

1850. ANNALEN No. 7.  
DER PHYSIK UND CHEMIE.  
BAND LXXX.

---

I. *Ueber das Eindringen des Elektromagnetismus  
in weiches Eisen und über den Sättigungspunkt  
desselben; von Prof. Dr. v. Feilitzsch in  
Greifswald.*

---

Die umfassenden Untersuchungen der HH. Lenz und Jacobi „über die Gesetze des Elektromagnetismus“<sup>1)</sup> scheinen kaum noch eine Frage in diesem Gebiete unbeantwortet zu lassen. Dennoch aber ist gerade durch jene sorgfältige Berücksichtigung aller Umstände Raum zu neuen Untersuchungen geschaffen. Bei Gelegenheit der Erörterungen über den Einfluss der Dimensionen des Eisenkernes auf den in ihm erregten Magnetismus heisst es u. a. (Ann. Bd. LXI. 262.):

„Wir können für die meisten praktischen Bedürfnisse den Satz annehmen: dass bei massiven Eisencylindern von gleicher Länge und von mehr als  $\frac{1}{4}$ “ Durchmesser die durch galvanische Ströme von gleicher Stärke und durch Spiralen von einer gleichen Anzahl Windungen ertheilten Magnetismen, den Durchmessern dieser Cylinder proportional sind“.

Ferner heisst es (Ann. Bd. XLVII, 244):

„Der im weichen Eisen durch galvanische Ströme hervorgerufene Magnetismus ist diesen Strömen genau proportional“.

Vindicirten wir dem ersten Satz seine volle Gültigkeit (denn Versuche mit hohlen Eisencylindern sind nicht an- gestellt worden), so würde eine einfache Proportionalität zwischen den Lineardimensionen des Eisenkernes und den

1) Pogg. Ann. Bd. XLVII, 225; Bd. LXI, 254 und 448.

gewonnenen Magnetismen zu dem Schluss berechtigen: daß die magnetische Spannung des Eisens bloß an der Oberfläche stattfände und nicht in das Innere der Eisenmasse eindringe. Der andere Satz in allen Consequenzen verfolgt, würde das ausschließen, was man gemeinlich unter Sättigungspunkt versteht. Und beide Sätze würden uns lehren, daß etwa ein cylindrisch gebogenes Eisenblech, von immer stärkeren galvanischen Strömen umflossen, in dem Maasse mehr Magnetismus liefern würde, als die Ströme sich verstärkten, oder der Umfang des cylindrischen Bleches zunähme.

Diese und ähnliche Bedenken drängten mich, die Frage zu ventiliren, ob der Magnetismus des galvanischen Stromes überhaupt in das Innere eines Kernes von weichem Eisen merklich eindringe und, wenn ein solches Eindringen vorhanden ist, nach welchen Gesetzen es geschehe. Die folgende Abhandlung mag zeigen, wie weit die aufgeworfenen Fragen beantwortet werden konnten.

Bei den Untersuchungen schlug ich folgenden Weg ein. Zuerst prüfte ich für weitere Umfänge der Stromstärke, als es von den HH. Lenz und Jacobi geschah, ob auch dann noch der Elektromagnetismus in denselben Eisenkernen proportional den Stromstärken sey; und ob er sich bei verschieden dicken aber gleich langen Eisenkernen und bei gleicher Stromstärke verhalte wie die Umfänge der Eisen-cylinder. Hierauf untersuchte ich, ob hohle und massive Eisen-cylinder von übrigens gleichen Dimensionen eine gleiche Quantität von Magnetismus bei denselben Stromstärken geben. Da ich fand, daß letzteres für geringe Stromstärken der Fall war, daß aber immer größere Differenzen eintraten, je mehr die Stromstärke zunahm, versuchte ich, ob eine gleiche Abnahme vorhanden wäre, wenn mehrere hohle Eisen-cylinder von gleicher Länge in einander geschachtelt wurden. Da ich nun durch dieses Verfahren wieder eine Vermehrung des Magnetismus wahrnahm, schloß ich, daß derselbe in Wahrheit merklich in das Innere des Eisens eindringt, und fragte endlich, welche Gesetze das Ein-

dringen des Magnetismus in das Innere des weichen Eisens befolgen möchte.

Zur Messung der Stromstärken und des Elektromagnetismus im weichen Eisen bediente ich mich einer früher beschriebenen Vorrichtung <sup>1)</sup>. Auf der Mitte einer senkrecht auf dem magnetischen Meridian stehenden Scale befand sich eine kleine Declinationsnadel genau über dem Nullpunkt der Scale. Eine Kupferdrahtspirale von der Länge  $2a$  konnte auf der einen Seite, ein nach absolutem Maasse gemessener Magnetstab von der Länge  $2\alpha$  auf der anderen Seite der Declinationsnadel, längs der Scale, verschoben werden. Die Verschiebung geschah so lange, bis die Declinationsnadel sich wieder genau im magnetischen Meridian befand, und dann wurden die Entfernungen  $r$  der Mitte der Spirale und  $\varrho$  der Mitte des Magnetstabes von dem Nullpunkt der Scale gemessen, und nach der unter V., in der citirten Abhandlung befindlichen Formel

$$J' \left[ \frac{1}{(r-a)^2} - \frac{1}{(r+a)^2} \right] = J \left[ \frac{1}{(\varrho-\alpha)^2} - \frac{1}{(\varrho+\alpha)^2} \right] \quad (I.)$$

die Quantität  $J'$  des durch die Spirale und einen etwa eingelegten Eisenkern gewonnenen Magnetismus berechnet. In der Formel ist  $J=10\,588\,000$  = der nach absolutem Maasse gemessenen Quantität des Magnetismus im Stabmagneten. Der Einfachheit wegen mag wie früher  $J=1$  gesetzt werden.

Die elektromagnetische Spirale war im Uebrigen so beschaffen, wie die früher beschriebene, nur dafs sie aus vier Abtheilungen zu je zwei Lagen ( $1\frac{1}{2}$  Millimeter im Durchmesser haltenden) Kupferdrahts bestand, von denen jede Abtheilung gesondert, und alle vier zugleich zur Schließung der Grove'schen Kette benutzt werden konnten. Die Anzahl der Windungen dieser acht Lagen Kupferdraht betrug

$$(46+44)+(43+41)+(43+43)+(43+43)=346.$$

Der Durchmesser der Oeffnung in der Spirale betrug 40 Millimeter. Da nun die cylindrischen Eisenkerne, de-

1) Pogg. Ann. LXXVIII, 21 ff.

ren ich mich bediente, nur einen Durchmesser von 31,... Millimeter und weniger hielten, mußte ich mich versichern, ob es nothwendig sey, die Cylinder während der Versuche in der Axe der Spirale zu halten, oder ob es genüge, sie auf die untere Fläche der hohlen Holzrolle zulegen, um welche die Spirale gewunden war. Zu dem Ende faßte ich einen möglichst dünnen Eisencylinder so in eine Papprolle, daß er mittelst derselben genau in die Axe der Spirale zu liegen kam. Wenn alsdann der Strom in der Spirale kreiste und durch Verrückung des Stabmagneten die Declinationsnadel auf ihren Nullpunkt gebracht worden war, fand keine Bewegung derselben statt, wenn der umhüllende Pappcylinder fortgenommen, und der dünne Eisenkern dadurch in die excentrische Lage versetzt wurde. Es ist also für die angewandten Dimensionen gleichgültig, ob der in der Spirale befindliche Eisenkern in der Axe derselben liegt, oder etwas aus derselben verschoben ist.

Daß die Weite der Windungen der Spirale ohne Einfluß auf den in einem Eisenkern zu erzeugenden Magnetismus ist, haben die HH. Lenz und Jacobi in den citirten Abhandlungen erörtert.

In der folgenden Tabelle sind die Resultate der Versuche zusammengestellt, welche mit massiven Eisenkernen unternommen wurden, um das Verhältniß der Quantität des in denselben gewonnenen Magnetismus zur Stromstärke und zu den Umfängen der Eisencylinder zu ergründen. Von einer Anzahl von Eisencylindern, welche alle gleiche Länge hatten und von derselben Eisensorte angefertigt waren, wählte ich, um die Versuche nicht zu sehr zu vielfältigen, diejenigen heraus, welche mit den in der ersten Columnne verzeichneten Nummern versehen waren. Die Umfänge wurden an drei Stellen durch directe Messung bestimmt und das Mittel aus den Messungen genommen. Die verschiedenen Messungen differirten jedoch nur um Zehntel von Millimetern. Die Umfänge sind in der zweiten Columnne verzeichnet. Die Länge aller Eisenkerne betrug 110 Millimeter. Die Beobachtungen selbst wurden



so angestellt, daß ich zuerst die Stromstärke nach dem früher angegebenen und oben citirten Verfahren ermittelte. Hierauf schob ich die Eisenkerne in die Spirale, näherte den Stabmagneten der Declinationsnadel so lange, bis dieselbe wieder im magnetischen Meridian einspielte und notirte seine Entfernung  $\rho$  vom Nullpunkte der Scale. Als dann wurde dasselbe Verfahren für die umgekehrte Lage des Eisenkernes in der Spirale wiederholt, um etwa vorhandenen festen Magnetismus auf diese Weise möglichst zu eliminiren. Um eine Aenderung dieses festen Magnetismus möglichst zu vermeiden, wurde bei einer jeden Verschiebung der Eisenkerne in der Spirale der Strom unterbrochen. Am Ende jeder Versuchsreihe wurde die Stromstärke abermals bestimmt und hierauf die Versuchsreihe für alle Eisenkerne wiederholt. So erhielt ich drei Beobachtungen für die Stromstärke und vier Beobachtungen für jeden Eisenkern, aus welchen das arithmetische Mittel zur Berechnung genommen wurde. Dieses Mittel wurde  $=\rho$  gesetzt. Die Gröfse  $r$  ist die Entfernung der Mitte der Spirale von dem Nullpunkt der Scale. Die Gröfßen  $a$  und  $\alpha$  in der Formel sind resp.  $=51^{\text{mm}}$  und  $=45,5^{\text{mm}}$ . Die dritte Abtheilung der Tabelle enthält die Gröfßen  $r$  und  $\rho$ , die daraus gefundenen Maafse  $J'$  für den elektrischen Strom und darunter die diesen Stromstärken zugehörigen Quantitäten des im weichen Eisen entwickelten Magnetismus. Noch verdient bemerkt zu werden, daß bei der Berechnung sich die Summe der Magnetismen ergibt, welche in Folge des Stromes in der Spirale allein, und welche in Folge des eingelegten Eisenkernes auf die Declinationsnadel wirkten. In der Tabelle ist die durch die Spirale allein erhaltene Zahl von der durch Spirale und eingelegten Eisenkern erhaltenen abgezogen.

Quantität des in den Eisenkernen entwickelten Magnetismus durch die Stromstärke.

No. des Ker- nes.	Umfang in Millimetern.	Quantität des in den Eisenkernen entwickelten Magnetismus durch die Stromstärke.					
		$[r=300]$ $[c=589,07]$	$[r=400]$ $[c=589,20]$	$[r=500]$ $[c=466,20]$	$[r=700]$ $[c=475,67]$	$[r=850]$ $[c=477,67]$	$[r=1000]$ $[c=469,82]$
II <sup>a</sup> .	94,9	$[c=385,30]$ 0,285	$[c=383,25]$ 0,717	$[c=305,42]$ 2,792	$[c=309,22]$ 7,471	$[c=309,87]$ 13,399	$[c=308,17]$ 21,956
III.	90,7	$[c=388,27]$ 0,276	$[c=385,82]$ 0,690	$[c=307,72]$ 2,693	$[c=311,55]$ 7,239	$[c=312,10]$ 13,003	$[c=310,52]$ 21,259
V.	79,2	$[c=398,42]$ 0,247	$[c=395,82]$ 0,618	$[c=316,12]$ 2,397	$[c=320,32]$ 6,424	$[c=320,65]$ 11,585	$[c=319,25]$ 18,850
VII.	67,6	$[c=411,22]$ 0,216	$[c=408,12]$ 0,540	$[c=324,60]$ 2,129	$[c=329,60]$ 5,656	$[c=329,82]$ 10,226	$[c=327,05]$ 16,891
IX.	54,9	$[c=421,00]$ 0,182	$[c=423,30]$ 0,465	$[c=336,15]$ 1,806	$[c=340,67]$ 4,848	$[c=341,15]$ 8,715	$[c=338,12]$ 14,470
XI.	42,9	$[c=442,70]$ 0,150	$[c=438,32]$ 0,383	$[c=346,45]$ 1,555	$[c=351,77]$ 4,138	$[c=352,70]$ 7,429	$[c=349,95]$ 12,194

Die in jeder Horizontalreihe der dritten Columnne stehenden Zahlen zeigen,

*dafs für die angewandten galvanischen Ströme die Magnetismen in den weichen Eisenkernen den Stromstärken proportional sind.*

Kleine regellose Differenzen von dem ausgesprochenen Gesetz finden namentlich für geringe Stromstärken statt. Es zeigen aber die gröfseren Stromstärken stets eine Neigung zum Sättigungspunkt, also einen für die Proportionalität zur Stromstärke etwas zu geringen Magnetismus, welcher Unterschied um so mehr hervortritt, je dünner die Eisen-cylinder sind. Um allen Ballast zu vermeiden habe ich, statt weitläufige Rechnungen hier aufzuführen, (in der Figurentafel V.) die für jede Horizontalreihe sich ergebenden Curven aufgezeichnet, und zwar ist die Curve  $OII^a$  für den zum Eisenkern  $II^a$  gehörige Horizontalreihe gültig, und die Curven  $O, III, \dots O, XI$  entsprechen den übrigen Eisenkernen.  $O$  und  $O_1$  sind die respectiven Coordinaten-Anfangspunkte, die Abscissen sind den Stromstärken und die Ordinaten den im Eisen freiwerdenden Magnetismen proportional aufgezeichnet.

Vergleicht man die Zahlen der Tabelle, welche in jeder Horizontalreihe der dritten Columnne unter einander stehen, mit den Zahlen der zweiten Columnne, so ergibt sich,

*dafs für die angewandten galvanischen Ströme die Magnetismen den Umfängen der cylindrischen Eisenkerne proportional sind.*

Die Werthe dieser Zahlen sind (in der Figurentafel V.) für den Coordinaten-Anfangspunkt  $O$ , graphisch dargestellt. Die Abscissen sind den Umfängen, der Cylinder, die Ordinaten den gewonnenen Magnetismen proportional aufgezeichnet, so dafs  $aa, bb, \dots ff$  die Curven für sechs verschiedene Stromstärken darstellen. Da diese Curven der geraden Linie sehr nahe kommen, so rechtfertigen sie das ausgesprochene Gesetz. Dafür, dafs die gemessenen Magnetismen für den Eisenkern No.  $II^a$  sich augenscheinlich

nicht dem Gesetze dieser Proportionalität fügen wollen, weifs ich keinen Grund anzugeben.

Die Wiederholung dieses Theiles der Untersuchungen der HH. Jacobi und Lenz auf einem gänzlich verschiedenen Wege dürfte für den Umfang der Beobachtungen zur Genüge die Richtigkeit der ausgesprochenen Gesetze darthun, noch dazu, wenn wir für gröfsere Stromstärken eine Neigung zur magnetischen Sättigung statuiren wollen, die immer mehr hervortritt, je dünner die angewandten Eisenkerne sind.

Der weitere Verlauf meiner Untersuchungen erhebt jedoch diese Annäherung zum Sättigungspunkt zur Gewifsheit.

Bei der Prüfung der Magnetismen, welche hohle und massive Eisenkerne von übrigens gleichen Dimensionen geben, suchte ich zuerst zu beantworten, ob eine gewisse Form der Polflächen von Einfluss sey. Ich liefs zu dem Ende drei eiserne Cylinder von gleichen Dimensionen anfertigen, von denen der eine massiv und die andern hohl waren. Von den letzteren war jedoch der eine mit eisernen Deckplatten versehen, während der andere blofs aus einem cylindrisch zusammengebogenen und verlötheten Blech bestand. Diese drei Cylinder legte ich nach einander in die elektrische Spirale, welche stets von demselben, aber schwachen Strome umflossen war. Eine Prüfung der in den Cylindern freigewordenen Magnetismen ergab zwar einen Unterschied derselben, doch waren die Unterschiede so gering, dafs sie nicht auf den bedeutenden Unterschied in der Masse oder auf eine Verschiedenheit in der Gröfse der Polflächen geschoben werden konnten; vielmehr mufsten sie aus der Verschiedenheit der Eisensorten, der Art der Löthung, der gröfseren oder geringeren Quantität des stabilen und unregelmäfsig vertheilten Magnetismus, namentlich in den hohlen Kernen, erklärt werden.

Genug, ich glaubte mich durch diesen Vorversuch berechtigt, hohle Eisencylinder mit Deckplatten, und solche ohne Deckplatten, für gleichwerthig erachten zu dürfen und

benutzte daher zu den folgenden Versuchen nur die einfacheren Cylinder der letzten Art. Ich liess nun eine Anzahl solcher Cylinder von 110 Millimeter Länge aus Eisenblech anfertigen. Sie waren mit Messing an den Längsfugen zusammengelöthet und passten mit geringen Zwischenräumen in einander. In der nächstfolgenden Tabelle enthält die erste Verticalreihe die Nummer dieser Cylinder, die zweite die gemessenen Umfänge und die dritte die Blechdicke, welche letztere aus den Dimensionen, dem absoluten und dem specifischen Gewichte berechnet wurde.

No.	Umfang in Millimetern.	Blechdicke in Millimetern.
2	97,0	0,52
3.	91,4	0,53
4.	85,9	0,54
5.	79,5	0,54
6.	73,9	0,52
7.	67,8	0,53
8.	61,2	0,53

Diese Cylinder benutzte ich folgendermassen. Zuerst bestimmte ich für eine, in der nächsten Tabelle angegebene Entfernung  $r$  der Mitte der Spirale von dem Nullpunkte der Scale, die ebenfalls daselbst in der zweiten Columnne verzeichnete Stromstärke, indem ich die gleichfalls in der ersten Columnne verzeichnete Entfernung  $\rho$  der Mitte des compensirenden Stabmagneten in die Formel I. einsetzte. Hierauf legte ich den hohlen Eisencylinder No. 2 in die Spirale und maass die in der vierten Columnne verzeichneten Grössen  $\rho$ . Da in allen diesen Eisencylindern eine grosse Quantität von stabilem Magnetismus zurückblieb, konnte ich denselben nicht besser aus den Beobachtungen eliminiren, als dadurch, dass ich nach jeder Beobachtung den Eisencylinder in der Spirale umdrehte und abermals den Werth von  $\rho$  maass. War der Unterschied von  $\rho$  in der ersten und der zweiten Lage des Eisencylinders in der Spirale sehr bedeutend, so berechnete ich für beide Messungen den Magnetismus besonders und nahm aus diesen Rechnungen

das Mittel, wie es in der fünften Columne verzeichnet ist. War aber der Unterschied dieses so gemessenen  $\varrho$  nur gering, so berechnete ich den Magnetismus nur aus dem Mittel dieser beiden  $\varrho$ . Aus diesem Grunde ist namentlich bei geringeren Stromstärken ein doppelter Werth von  $\varrho$  in der vierten Columne angegeben. Nach Messung der Werthe von  $\varrho$  für den Cylinder No. 2 schob ich in denselben den Cylinder No. 3 und bestimmte von neuem  $\varrho$ ; ebenso verfuhr ich mit dem Cylinder No. 4 u. s. w., so lange als noch eine Zunahme an Magnetismus bei gleicher Stromstärke sich bemerklich machte. Die in der fünften Columne verzeichneten Werthe sind die Werthe für die Magnetismen der Eisenkerne allein, nach Abzug des Werthes für die magnetische Wirkung der Spirale. Dadurch, daß man den Werth des Magnetismus für den zweiten Eisenkern von dem für den zweiten und dritten, und diesen letzteren von dem für den zweiten, dritten und vierten u. s. f. abzieht, erhält man die in der siebenten Columne verzeichneten Werthe der Magnetismen, welche gleichzeitig in den einzelnen Eisenhüllen allein frei werden. In der sechsten Columne sind die Nummern dieser Eisenhüllen einzeln verzeichnet. Jede Versuchsreihe wurde für dieselbe Stromstärke drei Mal wiederholt, so daß  $\varrho$  für die Stromstärke das Mittel aus vier Messungen (zu Anfang und zu Ende jeder Wiederholung) und  $\varrho$  für die Magnetismen der Eisenkerne das Mittel aus 3 oder 6 Messungen ist.

1. $r$ und $\varrho$ in Millimetern.	2. Strom- stärke.	3. Nummern d. gleichzeitig gebrauchten Eisencylin- der.	4. $\varrho$ in Milli- metern.	5. Gesamt- magne- tismus der Cylinder.	6. Num- mer der einzel- nen Cy- linder.	7. Magnetis- mus in densel- ben.
$r=300$ $\varrho=571,67$	0,121	2.	{381,63}	0,110		
			{446,73}			
		2. 3.	{404,90}	0,233		
			{415,33}			
		2. 3. 4.	{402,30}	0,246		
			{387,70}			

1. r und $\rho$ in Millimetern.	2. Strom- stärke.	3. Nummern d. gleichzeitig gebrauchten Eisencylin- der.	4. $\rho$ in Milli- metern.	5. Gesammt- magne- tismus der Cylinder.	6. Num- mer der einzel- nen Cy- linder.	7. Magnetis- mus in densel- ben.
$r=300$ $\rho=502,62$	0,187	2.	{344,23}	0,313		
		2. 3.	{370,37}	0,348		
		2. 3. 4.	348,77	0,365		
			345,26			
$r=400$ $\rho=587,25$	0,270	2.	{404,13}	0,518		
		2. 3.	{419,47}	0,563		
		2. 3. 4.	404,42	0,577		
			401,86			
$r=400$ $\rho=496,12$	0,449	2.	339,16	0,968		
		2. 3.	335,40	1,016		
		2. 3. 4.	331,31	1,044		
$r=500$ $\rho=515,65$	0,790	2.	350,31	1,748		
		2. 3.	344,75	1,874		
		2. 3. 4.	343,13	1,913		
$r=500$ $\rho=447,35$	1,212	2.	305,42	2,639	2.	2,639
		2. 3.	298,67	2,911	3.	0,272
		2. 3. 4.	297,26	2,971	4.	0,060
$r=650$ $\rho=508,52$	1,826	2.	354,65	3,592	2.	3,592
		2. 3.	342,48	4,198	3.	0,605
		2. 3. 4.	340,05	4,329	4.	0,132
		2. 3. 4. 5.	339,53	4,358	5.	0,029
$r=650$ $\rho=432,47$	2,975	2.	315,68	4,742	2.	4,742
		2. 3.	294,08	6,604	3.	1,961
		2. 3. 4.	289,98	7,024	4.	0,420
		2. 3. 4. 5.	288,33	7,199	5.	0,175
$r=800$ $\rho=443,83$	5,150	2.	347,25	5,690	2.	5,690
		2. 3.	313,45	9,613	3.	3,923
		2. 3. 4.	299,70	11,823	4.	2,210
		2. 3. 4. 5.	295,99	12,432	5.	0,609
		2. 3. 4. 5. 6.	294,79	12,751	6.	0,319
$r=900$ $\rho=455,72$	6,783	2.	368,90	6,059	2.	6,059
		2. 3.	333,15	10,710	3.	4,651
		2. 3. 4.	314,16	14,129	4.	3,419
		2. 3. 4. 5.	305,70	15,942	5.	1,813
		2. 3. 4. 5. 6.	302,95	16,577	6.	0,635
		2. .... 7.	301,58	16,860	7.	0,283
		2. .... 8.	300,90	17,011	8.	0,151



1. $r$ und $\varrho$ in Millimetern.	2. Strom- stärke.	3. Nummern d. gleichzeitig gebrauchten Eisencylin- der.	4. $\varrho$ in Milli- metern.	5. Gesamt- magne- tismus der Cylinder.	6. Num- mer der einzel- nen Cy- linder.	7. Magnetis- mus in densel- ben.
$r=1000$ $\varrho=469,63$	8,510	2.	390,42	6,347	2.	6,347
		2. 3.	354,35	11,413	3.	5,066
		2. 3 4.	333,22	15,500	4.	4,087
		2. 3. 4. 5.	320,75	18,453	5.	2,935
		2. 3. 4. 5. 6.	314,85	20,019	6.	1,566
		2 . . . . . 7.	312,07	20,500	7.	0,781
		2 . . . . . 8.	310,92	21,135	8.	0,335

Eine andere Versuchsreihe, ganz in ähnlicher Weise wie die der vorigen Tabelle, jedoch nur mit vier Lagen Kupferdraht auf der magnetisirenden Spirale, angestellt, unterdrücke ich. Sie führte, freilich in unvollkommener Weise, zu denselben Resultaten als die vorige.

Die Resultate der vorigen Tabelle habe ich nun ebenfalls graphisch (auf der Figurentafel V.) dargestellt, und zwar sind die in Columnne 2 und 5 verzeichneten Zahlen für den Coordinaten-Anfangspunkt  $O$  projicirt. Die Abscissen entsprechen den Zahlen der Columnne 2, also den Stromstärken, und die Ordinaten den Zahlen der Columnne 5, d. h. den in den respectiven Eisencylindern erzeugten Magnetismen. Die Curve  $Om$  bewegt sich wie der mit der Stromstärke zunehmende Magnetismus in dem äußersten Eisencylinder No. 2, die Curve  $On$  wie der in den beiden in einandergeschobenen Cylindern No. 2 und 3 u. s. f., so daß endlich die Curve  $Os$  für die Gesamtheit der Cylinder No. 2 bis 8 gelten würde.

Wir erkennen sogleich, daß der Magnetismus in dem äußersten Cylinder sehr bald einem Sättigungspunkte zueilt, indem die Curve  $Om$  sich asymptotisch einer Horizontalen annähert, deren ungefähre Lage uns schwer zu errathen ist.

Ferner sehen wir, daß, je mehr Eisencylinder in einander liegen, desto weniger eine Neigung des Magnetismus vorhanden ist, sich dem Sättigungspunkt anzunähern, denn

die Curven  $On, Oo \dots Os$  nähern sich mehr und mehr einer Geraden  $OII^a$ . Der geneigte Leser wird sich aber erinnern, daß diese Grade  $OII^a$  der Zunahme des Magnetismus in dem oben beschriebenen massiven Eisencylinder  $II^a$  entsprach. Dieser massive Cylinder  $II^a$  hatte einen Umfang von  $94^{mm},9$ ; unser hohler Eisencylinder No. 2 hat aber einen Umfang von  $97^{mm},0$ , also nahezu denselben, wie jener. Sehen wir von diesem kleinen Unterschiede ab, bedenken wir ferner, daß bekanntlich verschiedene Eisensorten eine verschiedene Fähigkeit haben, Magnetismus aufzunehmen, und daß wir hier Cylinder von Stabeisen und gewalztem und zusammengelöthetem Eisenblech vorliegen haben; bedenken wir endlich, daß diese letzteren Cylinder nur mit Zwischenräumen in einander liegen: so berechtigt eine Anschauung der verzeichneten Linien unzweifelhaft zu den Schlüssen:

- 1) *Der Elektromagnetismus dringt in das Innere des weichen Eisens ein.*
- 2) *Derselbe dringt um so mehr ein, je stärker der inducirende galvanische Strom ist.*
- 3) *Eine jede Schicht des weichen Eisens hat einen Sättigungspunkt.*
- 4) *Der Magnetismus in hohlen und massiven Cylindern von gleicher Eisensorte ist bei gleicher Stromstärke gleich stark, wenn überhaupt genug Eisenmasse zur Entwicklung desselben vorhanden ist.*

Es entstehen aber die weiteren Fragen: wie verhält sich der Magnetismus zur Dicke derjenigen Eisenschicht, bis zu welcher er eindringt? und welche ist die Dichtigkeit des Magnetismus an der Oberfläche des Eisenkernes? Auch diese Fragen lassen sich durch die gefundenen Zahlen beantworten.

Ziehen wir nämlich die in der fünften Columnne der letzten Tabelle verzeichneten, zu dem Eisencylinder No. 2 gehörigen Zahlen von denen ab, die zu den Cylindern No. 2 und 3 gehören, verfahren ebenso mit den letzteren Zahlen indem wir sie von den zu No. 2, 3 und 4 gehörigen ab-

ziehen, so erhalten wir die Quantitäten von Magnetismus, welche gleichzeitig in den einzelnen Cylindern frei werden. Dieselben sind in der siebenten und die zugehörigen Cylindern in der sechsten Columnne verzeichnet. Um zu beantworten, wie sich der Magnetismus bei gleicher Stromstärke in den verschiedenen Schichten des Eisens verhält, brauchen wir nur die Zahlen der siebenten Columnne in der letzten Tabelle mit den Zahlen der dritten Columnne in der vorletzten Tabelle zu vergleichen. Eine graphische Darstellung befindet sich auf der Figurentafel V. Von dem Coordinaten-Anfangspunkte  $O_3$  aus gerechnet, sind die Abscissen den Blechdicken der angewandten Cylinder proportional, so daß jeder Theilstrich für 0,1 Millimeter genommen worden ist. Die Ordinaten entsprechen den Zahlen der siebenten Columnne und zwar gehören die Curven

$gg$  zur Stromstärke 8,510

$hh$  - - 6,783

$ii$  - - 5,150

$kk$  - - 2,975.

Mit Vernachlässigung derjenigen Punkte, welche einem Magnetismus geringer als 0,4 zugehören, liegen die verzeichneten Punkte so merklich in geraden Linien, daß wir uns nicht entschlagen können, die Curven als gerade Linien zu betrachten. In Wahrheit dürfen wir aber diese geringen Magnetismen außer Acht lassen, da sie die Anziehung, welche das weiche Eisen auf die Magnethadel ausübt, ferner den unregelmäßig im Eisen vertheilten stabilen Magnetismus nicht verdecken, und da bei so geringen Größen Beobachtungsfehler am leichtesten hervortreten. Allerdings verschaffen sie den Curven das Ansehen, als würden sie sich asymptotisch der Abscissenaxe zu bewegen; doch müßten wohl alsdann die Curven schon früher eine dieser Bewegung bezügliche Gestalt angenommen haben. Aus diesen Gründen scheue ich mich nicht, die hier verzeichneten Curven für gerade Linien zu erklären und sonach auszusprechen:

*Der Elektromagnetismus dringt in das weiche Eisen bis zu einer näher zu erörternden, von der Stromstärke abhängigen Tiefe ein, wo er  $= 0$  ist. Proportional dem Abstände von der in dieser Tiefe liegenden Schicht nach aussen wird er in jeder Schicht intensiver und erlangt an der Oberfläche des Eisens das Maximum der Intensität.*

Betrachten wir nun diese Curven mit Ausnahme der genannten verdächtigen Punkte als gerade Linien, so können wir ihre wahrscheinlichste Lage nach der Formel  $y = \beta - \alpha x$  berechnen, wo  $\beta$  und  $\alpha$  Constante,  $x$  die Abscissen und  $y$  die Ordinaten bedeuten. Nach dieser Berechnung würden sich die wahrscheinlichsten Lagen dieser vier Linien folgendermassen ergeben:

$$[gg] \ y = 7,272 - 2,055x \quad \begin{cases} x=0; y=7,272 \\ y=0; x=3,541 \end{cases}$$

$$[hh] \ y = 7,355 - 2,544x \quad \begin{cases} x=0; y=7,355 \\ y=0; x=2,895 \end{cases}$$

$$[ii] \ y = 7,322 - 3,157x \quad \begin{cases} x=0; y=7,322 \\ y=0; x=2,319 \end{cases}$$

$$[kk] \ y = 6,640 - 4,050x \quad \begin{cases} x=0; y=6,640 \\ y=0; x=1,640 \end{cases}$$

Setzen wir in diesen Formeln  $x=0$ , so erhalten wir die Werthe, welche  $y$  (d. i. die Dichtigkeit des Magnetismus), an der äussern Oberfläche des Eisens erlangt hat. Diese Werthe für  $y$  sind für die hier angewandten vier Stromstärken so merkwürdig nahe dieselben, dass ich nicht umhin kann auszusprechen:

*Die Dichtigkeit des Elektromagnetismus an der Oberfläche des weichen Eisens ist für alle Stromstärken dieselbe Grösse.*

Die Grösse von  $y$  variirt zwischen Zahlen 7,272; 7,355; 7,322 und 6,640. Der wahrscheinlichste Mittelwerth aus diesen vier Grössen ist 7,200, so dass wir obige Behauptung dahin erweitern können:

*die Dichtigkeit des Elektromagnetismus an der Oberfläche des weichen Eisens ist für alle Stromstärken dieselbe und lässt sich durch die Grösse 7,200 ausdrücken.*

Diese Gröfse 7,200 wäre nun auch der Sättigungspunkt, bis zu welchem eine mefsbar dicke Schicht eines Eisencylinders gedeihen könnte. Einer Abscisse 7,200 entspräche sonach die horizontale Asymptote, gegen welche die Curve *Om* sich nähert.

Setzen wir in den zuletzt aufgeführten Gleichungen  $y=0$ , so erhalten wir die Werthe von  $x$ , bis zu welchen der Magnetismus überhaupt unter die Oberfläche des weichen Eisens bei einer gewissen Stromstärke eindringt. Die Linien gelten für die Stromstärke

8,510; 6,783; 5,150; 2,957,

die so gefundenen Tiefen, bis zu welchen die magnetischen Spannungen in das Eisen eindringen, sind:

3,541; 2,895; 2,319; 1,640.

Die letzteren Gröfsen sind den ersteren so proportional, dafs, wenn wir die ersteren als Abscissen, die letzteren als Ordinaten zum Coordinatenanfangspunkt *O*, verzeichnen, die entstehende Linie  $zz$  merklich genug als Gerade gelten kann. (Figurentafel V.) Es ginge hieraus hervor:

*dafs die Tiefe, bis zu welcher der Elektromagnetismus in das weiche Eisen eindringt, der Stromstärke proportional ist.*

Da wir, wie gezeigt wurde, die ganze Quantität des Magnetismus im massiven Eisenkern  $II^a$  in den hohlen Eisenkernen wiederfinden, nur mit dem Unterschiede, dafs wir ihn im letzten Falle in seine Factoren zerlegen können, so habe ich keinen Anstand genommen, die Vertheilung desselben im massiven Eisen mir ebenso zu denken wie in den hohlen Cylindern, und deshalb habe ich mich in den allgemeinen Sätzen einer Zweideutigkeit bedient, welche sowohl für massive als für zerlegbare Cylinder ihre Gültigkeit hat.

Eine Wiederholung und Erweiterung dieser Versuche dürfte erspriefslich seyn. Genauere Messungen, namentlich an gebohrten, nicht gelötheten, hohlen Eisencylindern, würden genauere Resultate herbeiführen, als die mit unvollkommenen Apparaten hier vorgelegten. Eine Untersuchung der verschiedenen Eisensorten in Bezug auf die im Voran-

ge-

gehenden erörterten Fragen möchte vielleicht zu neuen Aufschlüssen über dieses geheimnißvolle Metall führen. Es wäre wohl möglich, ähnliche Betrachtungen auch auf den stabilen Magnetismus des Stahles in geeigneter Weise zu übertragen. Doch schliesse ich diese Untersuchungen einstweilen ab, da zu denjenigen Zwecken, zu denen sie angestellt wurden, die gewonnenen Resultate mir für jetzt genügen.

### Zusatz.

Um die mit der hier angewandten elektrischen Spirale gewonnenen Stromstärken mit Stromstärken vergleichen zu können, die mit anderen Spiralen gemessen werden, erlaube ich mir noch zusätzlich zu bemerken, daß die Halbmesser der auf derselben befindlichen acht Lagen von Windungen, bis zur Mitte des Kupferdrahtes in jeder dieser Lagen gemessen,

22; 24,7; 27,4; 30,1; 32,8; 35,5; 38,2; 40,9 Millimeter betragen. Bezeichnet man diese acht Halbmesser mit  $h_1, h_2, \dots, h_8$  und eine der oben in Zahlen angegebenen Stromstärken mit  $J'$ , so würde eine andere Spirale (von gleicher Länge) deren Windungen die Werthe  $k_1, k_2 \dots k_n$  zu Halbmessern hätten, von einem gleichen Strome durchflossen seyn, wenn

$$\frac{J'}{h_1^2 + h_2^2 + \dots + h_8^2} = \frac{J''}{k_1^2 + k_2^2 + \dots + k_n^2}$$

wäre, in welcher Formel  $J''$  den durch die zweite Spirale gemessenen Werth der Stromstärke bedeutet. Diese Formel ergibt sich aus den Betrachtungen, welche zu der Formel III meiner Abhandlung „Ueber den Magnetismus elektrischer Spiralen von verschiedenem Durchmesser“ führten.

Greifswald, den 4. April 1850.

II. *Ueber Stibaethyl, ein neues antimonhaltiges  
organisches Radical;  
von C. Löwig und E. Schweizer.*

(Uebersandt von dem HH. Verf. aus den Mittheilungen No. 45 der  
Zürch. Naturf. Gesellschaft).

Die vortrefflichen Untersuchungen Bunsen's über das Kakodyl machten es im hohen Grade wahrscheinlich, daß sich Antimon mit Kohlen- und Wasserstoff zu einem organischen Radicale vereinigen könne. Von dieser Idee ausgehend, versuchte der eine von uns schon vor mehreren Jahren eine Verbindung dieser Art durch Einwirkung von Chlor- oder Bromäthyl auf Antimonkalium darzustellen<sup>1)</sup>. Es wurde in der That auf diese Weise, besonders bei Anwendung von Bromäthyl, eine farblose Flüssigkeit erhalten, welche schwerer war als Wasser, an der Luft einen starken weissen Rauch entwickelte, sich leicht in Weingeist und Aether löste, und durch Sauerstoffabsorption in einen weissen in Wasser löslichen Körper übergeng, welcher deutlich sauer reagirte. In der wässrigen Lösung bewirkte Schwefelwasserstoff einen hellgelben Niederschlag, welcher einen starken, mercaptanähnlichen Geruch besaß und im getrockneten Zustande von rauchender Salpetersäure unter Feuererscheinung zersetzt wurde. Eine Analyse des im luftleeren Raume über Schwefelsäure getrockneten Präcipitats lieferte Kohlen- und Wasserstoff wie im Aethyl, weshalb sich vermuthen liefs, daß die ursprüngliche flüssige Verbindung selbst eine Verbindung von Aethyl mit Antimon seyn könne. Obgleich es schon längst unsere Absicht war, diesen Gegenstand weiter zu verfolgen, so würden wir doch jetzt die folgende Untersuchung nicht vorgenommen haben, wenn uns nicht die wichtige Arbeit Frankland's<sup>2)</sup> über die Isolirung des Aethyls von Neuem dazu veranlaßt hätte.

1) Chemie der organischen Verbindungen, Bd. 2, S. 433.

2) Annalen der Pharmacie, Bd. 72, S. 171 – 216.



Wir bitten jedoch das Folgende nur als eine vorläufige Notiz zu betrachten, und wir werden im Verhältniß als die mit manchen Schwierigkeiten verbundene Untersuchung vorschreitet, die Resultate bekannt machen. Das Wichtigste, zu welchem wir bis jetzt gelangt, ist: daß auf die angegebene Weise in der That ein organisches Radical gebildet wird, welches Kohlen- und Wasserstoff im Verhältniß wie im Aethyl, verbunden mit Antimon, enthält, und welchem wir vorläufig den Namen *Stibäthyl* gegeben haben.

Das Antimonkalium, welches wir zur Darstellung des Stibäthyls benutzen, erhalten wir durch Glühen eines innigen Gemenges von 5 Theilen rohen Weinsteines mit 4 Theilen Antimon. Das Gemenge wird in einem bedeckten Tiegel erst langsam bis zur Verkohlung des Weingeistes erhitzt, dann eine Stunde lang einer Weißglühhitze ausgesetzt, hierauf wird der Ofen luftdicht verschlossen und der Tiegel langsam erkalten gelassen, wozu wenigstens 24 Stunden erforderlich sind. Man erhält auf diese Weise einen vollkommen krystallisirten Regulus, von ausgezeichnetem Metallglanz, welcher das Wasser unter heftiger Entwicklung von Wasserstoffgas zersetzt, sich wegen seiner Dichtigkeit an der Luft nur langsam oxydirt und in einer trockenen Reibschale schnell zu einem feinen Pulver zerrieben werden kann, sich dabei aber erwärmt und an der Luft sich sehr bald entzündet. Diese Entzündung kann jedoch verhindert werden, wenn man sogleich beim Reiben 2—3 Theile feinen Quarzsand hinzufügt. Nach einer Analyse von Hrn. Hilgard aus Illinois, welcher uns bei unserer Untersuchung thätig unterstützte, enthält die Legirung 12 Proc. Kalium.

Um das Stibäthyl zu erhalten, kann man sowohl Chlor- als Brom- und Jodäthyl anwenden; das letztere eignet sich jedoch am besten dazu, weil es noch leichter als Bromäthyl zersetzt wird. So wird salpetersaures Silberoxyd durch eine weingeistige Lösung von Jodäthyl sogleich gefällt, während Bromäthyl erst nach einiger Zeit auf das-

selbe einwirkt. Das Jodäthyl erhalten wir nach der gewöhnlichen Methode durch gemeinschaftliche Einwirkung von Jod und Phosphor auf Weingeist. Es ist jedoch nöthig, dasselbe, um es vollkommen phosphor-wasserfrei zu erhalten, mehrmals mit Jod und Chlorcalcium zu behandeln.

Bringt man fein geriebenes Antimonkalium mit Jodäthyl zusammen, so beginnt nach einigen Minuten eine äusserst heftige Einwirkung, welche, wenn die Quantität der reagirenden Stoffe gross ist, bis zur Entzündung gehen kann. Mit grossen Massen zu operiren, ist unmöglich, auch ist es nothwendig, um die Heftigkeit der Einwirkung zu mässigen, das Antimonkalium mit 2—3 Theilen feinem Quarzsand zu zerreiben. Das Antimonkalium muss im Verhältniss zum Jodäthyl in grossem Ueberschuss angewandt werden, weil, wie sich aus den Analysen ergeben wird, 3 At. Jod gegen 1 At. Antimon austauschen, und die Legirung nur 12 Proc. Kalium enthält. Wir bringen nicht mehr Jodäthyl auf das Antimonkalium, als nöthig ist dasselbe schwach damit zu befeuchten.

Wir finden es am vortheilhaftesten, zur Darstellung des Stibäthyls kleine Kolben mit kurzem Halse von 3 bis 4 Unzen Inhalt anzuwenden. Diese werden zu zwei Dritteln mit der frisch geriebenen Mischung von Antimonkalium und Sand gefüllt und sogleich Jodäthyl im genannten Verhältniss zugesetzt. Der Kolben wird mit einer gewöhnlichen gläsernen Destillationsröhre, welche in eine kleine Vorlage mündet, verschlossen. Nach einigen Minuten tritt die Reaction ein; durch die stattfindende Wärmeentwicklung wird das im Ueberschuss zugesetzte Jodäthyl verflüchtigt und der Kolben selbst mit Jodäthylgas angefüllt. Sobald kein Jodäthyl mehr übergeht, wird die Destillationsröhre entfernt und der Kolben, noch warm, so schnell als möglich mit dem eigentlichen Apparat in Verbindung gesetzt. Derselbe besitzt folgende Einrichtung: Ein hohes weites Cylinder-glas ist mit einem Kork, welcher dreimal durchbohrt ist, verschlossen; durch die eine Oeffnung geht eine bis auf

den Boden reichende Glasröhre, welche, auferhalb in einem rechten Winkel gebogen, mit einem Apparate in Verbindung steht, in welchem während der Operation fortwährend Kohlensäure entwickelt und durch eine lange Choralciumröhre geleitet wird. Durch die zweite Oeffnung wird eine gleich unterhalb des Korkes mündende, weite, 1—2 Fufs lange Glasröhre gebracht, aus welcher die Kohlensäure entweicht. Durch die dritte sehr enge Oeffnung endlich geht die eigentliche Destillationsröhre fast bis auf den Boden des Gefäßes, in welches schon vorher ein mit Antimonkalium zum Theil gefüllter kleiner Kolben gebracht wird, der zur Auffangung des Products, und später wieder als Destillationsgefäß dient. Durch den Apparat läßt man, bevor die Operation beginnt, wenigstens  $\frac{1}{4}$  Stunde lang einen raschen Strom von Kohlensäure gehen, damit sich zuvor alle Theile mit Kohlensäure anfüllen. Der Kolben wird nun auf der Spirituslampe im Anfang schwach und nach und nach stärker so lange erhitzt, bis keine Tropfen mehr übergehen. Der Kolben wird alsdann entfernt, die Destillationsröhre, ohne sie aus dem Apparate herauszunehmen, mit Wachs verschlossen, und die Operation, die höchstens 20 Minuten dauert, mit einem zweiten Kolben u. s. w., vorgenommen. Arbeiten sich zwei in die Hände, und hat man 20—24 Kolben in Bereitschaft, so kann man sich leicht in einem Tage 4—5 Unzen rohes Product verschaffen. Der Kolben in welchem das Destillat aufgefangen wurde, wird nun in der Atmosphäre von Kohlensäure verschlossen und nach einigen Stunden die Rectification im gleichen Apparate vorgenommen. Um zu entscheiden, ob bei der Einwirkung des Jodäthyls auf Antimonkalium verschiedene Producte gebildet werden, brachten wir in den Apparat mehrere kleine Fläschchen und fingen das Uebergehende in 4 Portionen auf, was leicht und ohne Verlust durch Drehen des Cylindergefäßes geschehen kann. Obgleich das Stibäthyl keinen angenehmen Geruch besitzt, so ist derselbe doch so wenig belästigend, daß man selbst in einem Zimmer die Operation vornehmen kann.

Wir theilen nun die Resultate der Analysen der verschiedenen bei der Rectification erhaltenen Portionen mit. Zum Abwägen der Substanz bedienen wir uns kleiner, enger Cylinderröhren, welche zu einer langen Spitze ausgezogen sind. Dieselben sind an der Stelle, an welcher die Haarröhre beginnt, zu einem spitzen Winkel gebogen; die Capillarröhre ist so lang, daß sie fast auf den Boden des oben angegebenen, mit Kohlensäure gefüllten Cylinderglases reicht, in welche sie durch die enge Oeffnung gebracht wird, durch welche bei der Destillation die Destillationsröhre geht; die Cylinderröhrchen selbst befinden sich außerhalb des Apparates. Dieselben werden nun mit der Spirituslampe so stark erhitzt, als das Glas ohne weich zu werden, ertragen kann. Nach dem Erkalten erhitzt man sie abermals und nach 9—10maliger Wiederholung sind dieselben vollständig mit Kohlensäure angefüllt. Man taucht nun die Spitze in die Substanz, die natürlich sich schon vorher im Apparate befinden muß, und füllt sie so weit an, daß ungefähr der sechste Theil leer bleibt und sich in der Haarröhre keine Flüssigkeit mehr befindet. Ehe man die Spitze aus dem Apparate herausnimmt, läßt man sie noch so lange in der Atmosphäre mit Kohlensäure, bis die kleine Menge Substanz, welche an derselben haftet, abgedunstet ist; die Spitze wird dann zugeschmolzen. Um nun die Cylinder in die Verbrennungsröhre zu bringen, macht man an die Biegung einen Feilstrich und bricht die Spitze im Momente, in dem man den Cylinder in die Verbrennungsröhre bringt, ab; dabei findet, weil sich Kohlensäure im Cylinder befindet, kein Rauchen statt. Die Haarröhre wird hierauf 2—3 Mal zerbrochen und ebenfalls in die Verbrennungsröhre gebracht.

Die Verbrennung geht mit Kupferoxyd ohne Schwierigkeiten von statten, aber die Oxydation ist unvollständig. Wir erhielten von derselben Substanz 25, 28, 30 bis 33 Proc. Kohlenstoff. Die Ursache liegt in der Zersetzbarkeit der Verbindung durch die Wärme; es scheidet sich nämlich ein inniges Gemenge, vielleicht eine Verbindung

von Antimon und Kohle, aus, auf welche das Kupferoxyd nicht mehr einzuwirken vermag. Dagegen gelingt die Verbrennung vollständig, wenn man dem Kupferoxyd 4—5 Proc. chlorsaures Kali zusetzt. Das chlorsaure Kali wird geschmolzen, dann zerrieben, mit dem noch warmen Kupferoxyd gemengt und das Gemenge einige Tage unter der Glocke über Schwefelsäure stehen gelassen. Ein solches Gemenge entwickelt ganz gleichförmig Sauerstoffgas, und man hat die Regulirung der Operation ganz in der Hand. In die Verbrennungsröhre wird zuerst etwas reines Kupferoxyd, dann eine Schicht des Gemenges, hierauf die Substanz, dann bis zur Hälfte der Röhre von der Mischung und zuletzt wieder reines Kupferoxyd gebracht.

Weder Salpetersäure noch Königswasser bewirken eine vollständige Oxydation des Antimons. Wir versuchten dasselbe zu bestimmen, indem wir in die Verbrennungsröhre Zinkoxyd brachten, dem etwas chlorsaures Kali zugesetzt wurde; wir erhielten jedoch Differenzen von 5 Proc., je nach der Hitze, welche bei der Verbrennung einwirkte. In sehr hoher Temperatur scheint sich eine Verbindung von Antimonoxyd mit Zinkoxyd zu bilden, welche weder von Salzsäure noch Königswasser angegriffen wird. Bessere und übereinstimmendere Resultate erhält man, wenn dem Zinkoxyd kein chlorsaures Kali zugesetzt wird. Das Antimon scheidet sich dann metallisch aus, und ist leicht durch Königswasser zu lösen. Die besten Resultate erhielten wir jedoch, indem wir die Verbindung durch glühenden Quarzsand leiteten. Wir wenden eine lange Verbrennungsröhre an, bringen in den unteren Theil etwas Sand, auf denselben die Substanz, füllen den übrigen Theil zu  $\frac{3}{4}$  mit Quarzsand an und lassen den leeren Theil der Röhre aus dem Verbrennungsofen herausreichen, damit er kalt bleibe und sich in demselben das Antimon, welches sich möglicherweise verflüchtigen könnte, condensiren könne. Der Quarzsand wird nun, wie bei organischen Elementaranalysen, nach und nach bis zum Glühen erhitzt, und dann über denselben der Dampf der Verbindung geleitet. So-

wie derselbe mit dem glühenden Sand in Berührung kommt, scheidet sich Antimon krystallinisch aus, und man findet dasselbe gewöhnlich in einem sehr kleinen Raume beisammen. Nach dem Erkalten wird der Inhalt der Röhre in ein Becherglas gebracht, die Röhre mit Königswasser ausgewaschen und der Sand mehrere Stunden lang mit rauchendem Königswasser digerirt. Man verdünnt nun mit einer Lösung von Weinsäure, fällt das Antimon durch Schwefelwasserstoff und findet die Menge des Antimons durch Bestimmung des Schwefelgehaltes des erhaltenen vollständig getrockneten Schwefelantimons.

In der ersten Portion bildeten sich nach einiger Zeit farblose, spiefsige Krystalle, welche Jod enthielten; schon beim Uebergießen derselben mit verdünnter Salpetersäure wird Jod frei, was bei dem Jodäthyl nicht der Fall ist. Wir haben aber bisjetzt diese Krystalle nur in so geringer Menge erhalten, daß es uns nicht möglich war, eine nähere Untersuchung derselben vorzunehmen. Auch der flüssige Theil enthält noch Jod, welches sogleich ausgeschieden wird, wenn man denselben mit concentrirter Salpetersäure zusammenbringt. Bei der Analyse des flüssigen Theiles mit Kupferoxyd und chloresurem Kali setzte sich zuletzt in der Röhre des Chlorcalciumapparates plötzlich Jod ab. Ohne Zweifel bildete sich zuerst Jodkupfer, welches zuletzt, nachdem Alles oxydirt war, durch den noch freigewordenen Sauerstoff in Jod und Kupferoxyd zerlegt wurde. Die zweiten, dritten und vierten Portionen waren jedoch ganz frei von Jod.

Es folgen nun die Resultate einiger Analysen der zweiten, dritten und vierten Portion des Destillates.

1. 0,393 Substanz der zweiten Portion gaben:  
     0,472 Kohlensäure = 32,74 Proc. Kohlenstoff;  
     0,266 Wasser = 7,18 Proc. Wasserstoff.
2. 0,468 Substanz der zweiten Portion gaben:  
     0,280 Antimon = 59,82 Proc. Antimon.
3. 0,513 Substanz der zweiten Portion gaben:

- 0,619 Kohlensäure = 32,88 Proc. Kohlenstoff,  
 0,323 Wasser = 6,99 Proc. Wasserstoff.
4. 0,396 Substanz der zweiten Portion gaben:  
 0,235 Antimon = 59,42 Proc. Antimon.
5. 0,496 Substanz der zweiten Portion ohne chlores-  
 res Kali verbrannt gaben:  
 0,560 Kohlensäure = 30,78 Proc. Kohlenstoff,  
 0,322 Wasser = 7,24 Proc. Wasserstoff.
6. 0,421 Substanz der dritten Portion gaben:  
 0,529 Kohlensäure = 34,27 Proc. Kohlenstoff.
7. 0,388 Substanz der dritten Portion gaben bei der  
 Verbrennung ohne chloresaures Kali:  
 0,254 Wasser = 7,26 Proc. Wasserstoff.
8. 0,528 Substanz der dritten Portion gaben:  
 0,318 Antimon = 60,22 Proc. Antimon.
9. 0,446 Substanz der vierten Portion ohne chlores-  
 res Kali gaben:  
 0,548 Kohlensäure = 33,52 Proc. Kohlenstoff,  
 0,291 Wasser = 7,24 Proc. Wasserstoff.
10. 0,413 Substanz der vierten Portion gaben:  
 0,522 Kohlensäure = 34,47 Proc. Kohlenstoff,  
 0,275 Wasser = 7,28 Proc. Wasserstoff.
11. 0,399 Substanz gaben:  
 0,234 Antimon = 58,70 Proc. Antimon.

Aus diesen Analysen ergibt sich, daß die dritte und vierte Portion nicht ganz 1 Proc. Kohlenstoff mehr als die zweite enthalten. Wenn man jedoch bedenkt, daß die Verbindung in hoher Temperatur Antimon verliert, so läßt sich begreifen, daß die letzten Quantitäten, welche übergehen, etwas mehr Kohlenstoff geben als die zweite Portion, welche jedenfalls als das reinste Product zu betrachten ist. Alle sonstige Verhältnisse sind aber so übereinstimmend, daß außer den obengenannten jodhaltigen Krystallen, bei der Einwirkung des Jodäthyls auf Antimonkalium die Bildung eines gleichartigen Productes ohne Anstand angenommen werden kann.



Die erhaltenen Resultate stimmen am besten mit der Formel  $C_{12}H_{18}St$  überein.

			2. Port.	3. Port.		4. Port.	
$C_{12} =$	72,0	33,32	32,74	32,88	34,27	33,52	34,47
$H_{18} =$	15,0	6,94	7,18	6,99	7,26	7,24	7,28 7,19
$St =$	129,25	9,74	59,82	59,42	60,22	58,79	
	216,2		100,00.				

Es kommen demnach auf 3 At. Aethyl 1 Antimon =  $Ac_3St$ . Das Stibäthyl ist also in sofern mit dem Antimonwasserstoff aequivalent, als in dem erstern 3 At. Wasserstoff durch 3 At. Aethyl vertreten sind; die Zusammensetzung bietet demnach nichts Ueberraschendes dar.

Das Stibäthyl erscheint als ein wasserklares, äußerst dünnflüssiges, das Licht ziemlich stark brechendes Liquidum von unangenehmem, zwiebelartigem Geruch, welcher jedoch bald wieder verschwindet; bei  $-29^\circ$  geht es noch nicht in den festen Zustand über. Bringt man an einem Stäbchen einen Tropfen an die Luft, so entsteht ein dicker, weißer Rauch, nach einigen Augenblicken entzündet sich derselbe und verbrennt mit blendendweißer, stark leuchtender Flamme. Es ist schwerer als Wasser, in demselben unlöslich, löst sich aber leicht in Weingeist und Aether. In unserer nächsten Abhandlung werden wir über die specifischen Gewichte des flüssigen und gasförmigen Stibäthyls, sowie über dessen Siedpunkt nähere Mittheilungen machen. Läßt man das Stibäthyl durch eine feine Spitze in reines Sauerstoffgas treten, so verbrennt es mit der glänzendsten Lichtentwicklung. Rauchende Salpetersäure bewirkt ebenfalls eine prachttvolle Verbrennung. Mit Brom vereinigt es sich unter Verpuffung. Läßt man das Stibäthyl mit der Vorsicht in einen Ballon treten, daß keine Entzündung eintritt, so bildet sich ein weißer Rauch, welcher sich pulverförmig an die Wandungen des Gefäßes anlegt; gleichzeitig entsteht jedoch, und besonders wenn man eine größere Menge auf die genannte Weise oxydiren läßt, eine zähe, farblose, durchsichtige Masse, welche in Aether lös-

lich ist, während der pulverförmige Körper sich nicht in demselben löst; Aether kann daher sehr gut zur Trennung beider Stoffe angewendet werden. Läßt man eine weingeistige Lösung des Stibäthyls in einem lose bedeckten Gefäße langsam verdunsten, so bleibt eine zähe Masse zurück, welche durch Aether leicht in die genannten zwei Körper zerlegt werden kann. Der in Aether lösliche Theil bleibt nach dem Verdunsten in Gestalt eines zähen, farblosen Syrups zurück, der auf dem Wasserbade nach und nach zu einer durchsichtigen Masse eintrocknet. Die pulverförmige, in Aether unlösliche Substanz löst sich leicht in Wasser und Weingeist. Die Lösungen reagiren deutlich sauer und scheiden die Kohlensäure aus ihren Verbindungen. Dieser Körper besitzt einen stark bitteren Geschmack, sehr ähnlich dem des schwefelsauren Chinins. Sowohl die wäßrige als weingeistige Lösung, welche beide leicht filtrirbar und dünnflüssig sind, besitzen die merkwürdige Eigenschaft, beim Erwärmen dick, wie Stärkekleister zu werden, und zuletzt zu einer porcellanartigen, leicht zerreiblichen Masse einzutrocknen. Der trockne Rückstand ist in kaltem Wasser und Weingeist wieder leicht löslich und die Lösungen zeigen beim Erwärmen die gleiche Erscheinung. Die wäßrige Lösung dieser Substanz, welche wir vorläufig Stibäthylsäure nennen wollen, giebt mit Schwefelwasserstoff vermischt, einen hellgelben Niederschlag, welcher einen höchst unangenehmen, mercaptanähnlichen, lange anhaftenden Geruch besitzt und sich sehr leicht sowohl in Kali als Schwefelkalium löst. Sättigt man die wäßrige Lösung der Stibäthylsäure genau mit Kali und dann mit Schwefelwasserstoff, so erhält man ein äußerst leicht lösliches Sulfosalz, welches eine große Neigung zu krystallisiren besitzt. Wird der Schwefelniederschlag unter der Glocke über Schwefelsäure getrocknet, so erscheint er als ein sehr schönes, hellgelbes Pulver; im Wasserbade verändert er seine Farbe und wird braun wie Kermes. Rauchende Salpetersäure zersetzt die Substanz unter Feuererscheinung; beim Erhitzen derselben über der Spirituslampe erhält man

ein flüssiges Destillationsproduct, welches alle Eigenschaften des Schwefeläthyls besitzt, und als Rückstand bleibt Schwefelantimon.

Vermischt man die wässrige Lösung der Stibäthylsäure mit concentrirter Salzsäure, so scheidet sich augenblicklich eine gelbliche, ölige, schwere Flüssigkeit aus. Dieselbe ist in reinem Wasser löslich; setzt man aber zu der Lösung wieder concentrirte Salzsäure, so erhält man sogleich wieder die ölige Substanz.

Die syrupartige Masse, welche nach dem Verdunsten der ätherischen Lösung zurückbleibt, und welche gleichzeitig mit der Stibäthylsäure bei der freiwilligen Oxydation gebildet wird, ist im Wasser kaum löslich; sie löst sich aber, wie schon angegeben, leicht in Aether und ebenso auch in Weingeist, auch wird sie von einer wässrigen Kalilösung leicht aufgenommen. Wird die alkalische Lösung einige Zeit digerirt und hierauf mit verdünnter Schwefelsäure schwach übersättigt, so entsteht ein weißer Niederschlag, welcher mit concentrirter Salzsäure sogleich eine flüssige, in Wasser untersinkende Chlorverbindung bildet.

Kalte, verdünnte Salpetersäure zeigt auf das Stibäthyl keine Wirkung. Beim Erwärmen aber erfolgt unter schwacher Entwicklung von salpetriger Säure vollständige Lösung. Wird dieselbe gelinde verdunstet, so erhält man sehr schöne, farblose, durchsichtige Krystalle, welche in salpetersäurehaltigem Wasser schwer löslich sind, sich aber sehr leicht in reinem Wasser lösen. Aus der wässrigen Lösung krystallisirt die Verbindung in ausgezeichnet schönen, großen, rhomboïdalen Krystallen; dieselben besitzen einen bittern Geschmack, reagiren schwach sauer auf Lackmus und schmelzen schon bei 40—50° zu einer schweren, farblosen Flüssigkeit, welche beim Erkalten zu einer durchsichtigen, krystallinischen Masse erstarrt. Wird dieselbe mit wenig Wasser übergossen, so wird sie weiß und nach einiger Zeit erhält man wieder die ursprünglichen Krystalle. Diese Verbindung ist ein salpetersaures Salz; Schwefelsäure scheidet aus derselben Salpetersäure aus, und setzt man

zu einem Krystall etwas grünen Vitriol, dann Wasser und Schwefelsäure, so erhält man die bekannte Reaction auf Salpetersäure.

Wir übergeben weitere Reactionsversuche, deren wir noch mehrere mittheilen könnten. Das Gesagte mag vor der Hand genügen zum Beweise, daß das Stibäthyl alle Eigenschaften eines selbstständigen Radicales, gleich dem Kakodyl, besitzt, und wir hoffen bald nähere Mittheilungen über die verschiedenen Verbindungen machen zu können. Es unterliegt keinem Zweifel, daß auch Methyl und Amyl auf gleiche Weise mit dem Antimon verbunden werden können; auch lassen sich wahrscheinlich andere Metalle nach derselben Methode in organische Verbindungen überführen.

### III. *Ueber die Entladung der Franklin'schen Batterie; von P. Riefs.*

**Die** nach Franklin's Vorschlag aufgestellte elektrische Batterie besteht aus einzelnen isolirten leydener Flaschen (oder Batterien), die in eine Reihe gestellt und so mit einander verbunden sind, daß der Knopf der ersten Flasche mit dem Conductor der Elektrisirmaschine, der Knopf jeder folgenden Flasche mit der äußern Belegung der ihr in der Reihe vorangehenden, die äußere Belegung der letzten Flasche mit der Erde in leitender Verbindung steht. Wird von dem Conductor positive Elektricität dem Inneren der ersten Flasche zugeführt, so geht von ihrer äußeren Belegung positive Elektricität fort und häuft sich im Inneren der zweiten Flasche an, von deren äußeren Belegung positive Elektricität in die dritte Flasche geht und so fort. Nachdem in dieser Weise alle Flaschen geladen wurden, kann man die Verbindungen derselben aufheben und, wie in der gewöhnlichen Batterie, alle innere Be-

gungen der Flaschen mit einander, und ebenso alle äußere Belegungen verbinden, um sie sodann gemeinschaftlich zu entladen. Diese Batterie, auch Cascadenbatterie und Flaschensäule genannt, hat nicht den practischen Werth, den man ihr beigelegt hat. Obgleich nur die erste Flasche direct vom Conductor geladen wird, so erfordert dieß, wenn es auf stärkere Ladungen ankommt, mehr Zeit und eine viel größere Wirksamkeit der Elektrisirmaschine, als wenn alle Flaschen direct zu demselben Grade geladen würden.

Franklin, dem nicht leicht Etwas entging, das im Kreise seiner Beobachtungen lag, hatte dieß wohl bemerkt und seine Batterie verworfen, weil die Flaschen einiges Widerstreben (*some reluctance*) äußerten, sich laden zu lassen<sup>1)</sup>. Dieß ist von den Physikern nicht beachtet worden, die sich nach ihm mit der Batterie beschäftigt haben. Neuerdings hat die Batterie ein theoretisches Interesse erhalten, indem Dove ihre Entladung versuchte bei derselben Anordnung, die zu ihrer Ladung dient, und in Bezug auf Schlagweite und Erwärmung sehr einfache Gesetze aufstellte<sup>2)</sup>. Ich habe, in Folge dieser Angaben, Versuche angestellt, die ich ausführlich mittheilen will, ehe ich die Gründe angebe, die mich abhielten, aus ihnen ein Gesetz abzuleiten<sup>3)</sup>.

1) *Experim. and observat.* 5<sup>th</sup> ed. p. 23. 29.

2) *Poggend. Annalen* 72. 406.

3) Hr. Knochenhauer hat vor Kurzem eine Menge hiehergehöriger Beobachtungen mitgetheilt und durch complicirte Formeln darzustellen versucht. (*Annalen* 79. 354). Ich muß diese Abhandlung auf sich beruhen lassen, wie ich es bereits mit der großen Zahl vorhergehender Arbeiten desselben Verfassers zu thun für nöthig fand. Diese Abhandlungen enthalten nämlich sehr verwickelte Versuche, die auf die willkürlichste Weise, häufig unter Vernachlässigung bekannter und bewährter Sätze der Elektricitätslehre, zu Angriffen auf neuerdings gewonnene Erfahrungen benutzt werden. Als Vertheidiger dieser Sätze und Erfahrungen aufzutreten, würde ich nur dann für gerechtfertigt halten, wenn mir die Angriffe an sich gefährlich erschienen, oder wenn sie irgendwo Anklang fänden. Daß Letzteres bisher nicht der Fall gewesen, ist aus den Repertorien der Physik, am klarsten aus Müller's Bericht über die neusten Fortschritte der Physik (Braunschweig 1849) zu ersehen, in

## Versuche im Schließungsbogen.

Vier leydener Flaschen, jede von  $1\frac{1}{2}$  □ Fufs Belegung, wurden auf  $4\frac{1}{2}$  Zoll breite, auf Glasfüßen isolirte, Metallteller gestellt und durch drei Kupferdrähte (von 21 Zoll Länge  $\frac{1}{12}$  Lin. Dicke) zu einer Franklin'schen Batterie verbunden wie Fig. 5, Taf. IV. zeigt. Mit dem Knopfe *i*, war der Conductor der Maschine während der Ladung in Verbindung gesetzt, von der äußeren Belegung *a*, ging ein Draht zur Maafsflasche, deren Kugeln  $\frac{1}{2}$  Linie von einander standen. Es wurden Ladungen der Batterie angewandt, die 1 bis 3 Entladungen der Maafsflasche verursachten. Bei Versuchen, die mit einander verglichen wurden, blieb die Ladung constant. Nach der Ladung wurde der Schließungsbogen angelegt, der, wo es nicht anders gesagt ist, vollkommen zur Erde abgeleitet war. Das eine Ende des Bogens wurde durch den Entladungsapparat mit dem Knopfe *i*, der ersten Flasche verbunden, nachdem das andere Ende an die äußere Belegung des ersten, zweiten u. s. f. Flasche angelegt worden war, was durch die Angabe bezeichnet wird, daß eine, zwei u. s. f. Flaschen benutzt werden. Vor der Entladung der benutzten Flaschen wurden die übrigen von ihnen getrennt, oder, was merklich denselben Erfolg hatte, ohne Lösung der Verbindung entladen.

*Erwärmung. Versuch I.* Ein empfindliches elektrisches Thermometer wurde in den Schließungsbogen eingeschaltet. Die Batterie wurde geladen bis zwei Funken an der Maafsflasche übergegangen waren.

Benutzte Flaschen.	Erwärmung im Schließungsbogen.			Verhältniß d. Mittel.
1	7,5	7,4	7,7	1
2	12,8	11,9	12,8	1,7
3	15,4	15,3	15,8	2,0
4	21,6	22,3	21,4	2,9

welchem letztern Werke auch der Werth der, einem flüchtigen Leser vielleicht auffallenden, Uebereinstimmung von Knochenhauer's Formeln mit seinen Beobachtungen in das rechte Licht gestellt worden ist.

Während also 1 bis 4 Flaschen benutzt wurden, nahm die Erwärmung von 1 bis nahe 3 zu.

*Versuch II.* Die absolute GröÙe der Erwärmung hängt von der Beschaffenheit des Schließungsbogens ab. Als der Bogen durch einen Platindraht von 116 Lin. Länge, 0,0185 Halbmesser verlängert war, wurden bei derselben Ladung, wie früher, die folgenden geringeren Erwärmungen betrachtet.

Benutzte Flaschen.	Erwärmung im Schließungsbogen.			Verhältniß d. Mittel.
1	4,6	5,0	5,0	1
2	8,2	8,0	8,0	1,7
3	11,8	11,4	11,2	2,3
4	14,6	15,3	15,1	3,0

*Versuch III.* Ebenso hängt aber die Erwärmung im Schließungsbogen von der Beschaffenheit der Zwischendrahte ab, welche die einzelnen Flaschen mit einander verbinden. Der Platindraht wurde aus dem Schließungsbogen entfernt und zum ersten Zwischendrahte ( $\alpha_1$ ,  $i_2$  der Figur 5) hinzugesetzt.

Benutzte Flaschen.	Erwärmung im Schließungsbogen.			Verhältniß d. Mittel.
1	7,5	7,3	7,5	—
2	7,8	7,3	7,9	1,7
3	11,0	11,0	11,0	2,4
4	13,2	14,0	13,6	3,0

Die erste Horizontalreihe gehört begreiflich nicht hierher, da bei Benutzung Einer Flasche kein Zwischendraht vorhanden ist.

*Versuch IV.* Es wurden drei Batterien, von denen jede nahe 3 □ Fufs innerer Belegung enthielt, einzeln isolirt und zu einer Franklin'schen Batterie mit einander verbunden. Man hat also in Fig. 5 die vierte Flasche entfernt und  $\alpha_3$  mit der Maafsflasche verbunden zu denken. Bei der Ladung gingen 3 Funken in die Maafsflasche über.

Be-



Benutzte Batterien.	Erwärmung im Schließungsbogen.		Verhältniß d. Mittel.
1	7,3	7,3	1
2	13,3	13,0	1,8
3	17,7	18,5	2,5

Aus den Versuchen I bis IV. folgt, daß die Erwärmung im Schließungsbogen der hier angewandten Batterie in geringerem Verhältnisse wächst, als die Zahl der benutzten Elemente.

**Schlagweite.** Es wurde die Batterie aus 4 Flaschen (Vers. I.) angewendet, im Schließungsbogen aber an der Stelle des Thermometers ein Funkenmikrometer angebracht. Die Verbindung des Bogens mit den Flaschen wurde auf verschiedene Weise bewerkstelligt.

**Versuch V.** Die eine Kugel des Mikrometers wurde mit dem Knopf *i*, der ersten Flasche verbunden, die andere Kugel mit einer der äußeren Belegungen. Die Kugeln wurden in solcher Entfernung von einander gestellt, daß zwischen ihnen ein Funke übergieng zugleich mit dem Funken der Maafsflasche, der die bestimmte Ladung der Batterie anzeigte. Die Drähte, welche das Mikrometer mit den Flaschen verbanden, waren in der ersten Versuchsreihe so lang, daß das Mikrometer bei allen Versuchen an derselben Stelle stehen bleiben konnte, in der zweiten wurde der eine Draht bis 3 Zoll verkürzt, so daß das Mikrometer stets sehr nahe der äußern Belegung der letzten benutzten Flasche stand. Die Schlagweiten sind nur bis 0,1 Linie gesucht, so daß also die in der folgenden Tabelle angegebenen Weiten, um 0,1 vermehrt, keine Entladung im Mikrometer zuließen.

Benutzte Flaschen.	Schlagweite in par. Lin.		Verhältniß d. Mittel.
1	0,4	0,4	1
2	1,0	1,0	2,5
3	1,7	1,7	4,2
4	2,5	2,6	6,4

Diese Untersuchungsart giebt zu große Schlagweiten, weil dabei der Schließungsbogen nothwendig isolirt ist, und

kurz vor dem Ueberspringen des Funkens in der Maafsflasche im Innern der ersten Batterief flasche eine grössere Dichtigkeit herrscht, als der daselbst befindlichen Elektrizitätsmenge zukommt. Es wurde daher die folgende bessere Methode zur Bestimmung der Schlagweite angewandt.

**Versuch VI.** Die eine Kugel des Mikrometers wurde mit dem Entladungsapparat, die andere mit einem zur Erde abgeleiteten Drahte verbunden. Nachdem die Batterie die ihr bestimmte Ladung erhalten hatte, wurde der abgeleitete Draht an eine der äusseren Belegungen der Batterie angelegt und, nach Entladung der ausgeschlossenen Flaschen, durch den Entladungsapparat die Verbindung der isolirten Mikrometerkugel mit dem Knopfe *i*, der ersten Flasche hergestellt. Es wurde die grösste Entfernung der Kugeln gesucht (bis 0,1 Lin.) bei welcher eine Entladung durch das Mikrometer stattfand.

Benutzte Flaschen.	Schlagweite in Linien.		Verhältnifs.
1	0,3		1
2	0,9		3
3	1,4		4,7
4	2,3		7,7

**Versuch VII.** Am leichtesten wurde die Schlagweite gefunden, wenn die eine Mikrometerkugel mit einem isolirten drehbaren Drahte, die andere mit einem zur Erde abgeleiteten Drahte verbunden war. Nach der Ladung der Batterie wurde der erste Draht mit dem Knopfe der ersten Flasche, der zweite mit einer äusseren Belegung in Berührung gesetzt, und durch behutsames Nähern der Kugeln des Mikrometers eine Entladung der Batterie herbeigeführt.

Benutzte Flaschen.	Schlagweite in Linien.		Verhältnifs d. Mittel.
1	0,3	0,3	1
2	0,85	0,95	3
3	1,4	1,4	4,7
4	2,2	2,3	7,5

**Versuch VIII.** An der in Versuch IV gebrauchten, aus

3 Elementen bestehenden, Batterie wurden folgende Schlagweiten gefunden.

Benutzte Elemente.	Schlagweite.	Verhältniß.
1	0,4	1
2	1,2	3
3	1,8	4,5

In den Versuchen V bis VIII ist bei Benutzung von 1 bis 3 Elementen die Schlagweite noch nicht bis zum fünffachen, bei Benutzung von 1 bis 4 Elementen nicht bis zum achtfachen gestiegen.

#### Versuche im Zwischendrahte.

**Versuch IX.** In der aus 4 Flaschen bestehenden Batterie (Fig. 5.) wurde das Thermometer in den Zwischendraht  $a_1 i_2$ , zwischen der ersten und zweiten Flasche, eingeschaltet und die Erwärmung bei der Entladung der Batterie durch den Schließungsbogen beobachtet. Es konnte hier nur die Ladung gebraucht werden, die 1 Funken in der Maafsflasche erzeugte, weil bei stärkerer Ladung Elektrizität am Thermometer ausströmte. Bei Anwendung Einer Flasche wurde der Schließungsbogen hinter dem Thermometer angelegt, so daß sich letzteres im Schließungsbogen befand.

Benutzte Flaschen	1	2	3	4
Erwärmung	3	4	5,5	7,5.

**Versuch X.** An die Stelle des Thermometers wurde das Funkenmikrometer gesetzt, so daß also der Zwischendraht unterbrochen war; während der Ladung wurde die Lücke durch ein Drahtstück ausgefüllt, das darnach isolirt entfernt wurde. Es wurde die größte Entfernung der Kugeln des Mikrometers gesucht, bei welcher die Entladung der Batterie durch den Schließungsbogen einen Funken im Mikrometer erzeugte. Diese Entfernung giebt die Schlagweite im Zwischendrahte.

Benutzte Flaschen.	Schlagweite in Linien.	Verhältniß.
1	0,3	1
2	0,9	3
3	1,4	4,7
4	2,2	7,3

**Versuch XI.** Um genauere Werthe der Erwärmung zu erhalten wurde die Batterie aus 3 Elementen (Versuch IV) gebraucht, der eine Ladung gegeben wurde, bei welcher in der Maafsf flasche 3 Funken übergingen.

Benutzte Elemente.	Erwärmung.		Verhältniß d. Mittel.
1	8	8	1
2	13,5	13,8	1,7
3	19	20	2,4

**Versuch XII.** Im ersten Zwischendrahte dieser Batterie wurden die folgenden Schlagweiten gefunden. Die Ladung war in der zweiten Reihe gröfser als in der ersten.

Benutzte Elemente.	Schlagweite in Linien.		Verhältniß d. Mittel.
1	0,25	0,4	1
2	0,80	1,2	3,1
3	1,10	1,7	4,3

Diese Versuche im Zwischendrahte entsprechen genau den im Schließungsbogen angestellten. Auch hier nimmt die Erwärmung in geringerem Verhältnisse zu, als die Zahl der benutzten Elemente, und die Schlagweite erreicht bei 3 Elementen nicht das fünffache, bei 4 Elementen nicht das achtfache der Schlagweite, die bei Benutzung eines Elementes gefunden wurde.

#### Versuche an einer Batterie mit ungleichen Elementen.

Bisher war die Batterie aus gleichen Elementen zusammengesetzt; jedes Element bestand aus einer Flasche, oder aus mehreren gleichartig mit einander verbundenen Flaschen. Nun wurde eine Batterie aus 2 Elementen gebildet und die Gröfse des einen Elementes verändert.

**Versuch XIII.** Zum ersten (an dem Conductor der Maschine anliegenden) Elemente wurde eine Flasche von  $1\frac{1}{2}$  □ Fufs Belegung genommen und das zweite Element aus

1 bis 4 gleichen Flaschen zusammengesetzt (Fig. 6.) Der Zwischendraht  $a_1 i_2$  war hier, wie früher, 21 Zoll lang,  $\frac{1}{12}$  Lin. dick. Es wurden folgende Erwärmungen an einem im Schließungsbogen eingeschalteten Thermometer bei gleicher Ladung der Batterie beobachtet.

Zahl der Flaschen des zweiten Elementes $s_2$	Erwärmung	
	$\theta$ .	$\theta\sqrt{s_2}$ .
1	23,8	23,8
2	19,0	26,3
3	17,3	29,6
4	16,2	33,6.

*Versuch XIV.* Das zweite Element wurde constant genommen, das erste hingegen aus 1 bis 4 Flaschen gebildet. (Fig. 7.) Am Schließungsbogen wurden folgende Erwärmungen beobachtet.

Zahl der Flaschen des ersten Elementes $s_1$ .	Erwärmung	
	$\theta$ .	$\theta\sqrt{s_1}$ .
1	24	24
2	18,5	25,9
3	16,4	28,6
4	15,8	31,4.

In beiden Versuchen nimmt die Erwärmung mit vermehrter Flaschenzahl des veränderlichen Elementes ab, so aber, daß das Product der Erwärmung in die Quadratwurzel der Zahl der Flaschen merklich zunimmt.

Die Resultate der mitgetheilten Versuche weichen bedeutend von den Gesetzen ab, die Dove in der oben angeführten Abhandlung als allgemeingültig für die Franklin'sche Batterie aufgestellt hat.

Die Erwärmung sowohl im Schließungsbogen als im Zwischendrahte soll proportional der Zahl der gleichen Elemente zunehmen, die zur Entladung benutzt werden; hier ist die Erwärmung in geringerem Verhältnisse wachsend beobachtet worden. Bei 1 bis 4 Elementen stieg die Erwärmung nur von 1 bis 3. (Vers. I bis IV, IX, XI.)

Die Schlagweiten im Schließungsbogen und Zwischen-draht sollen im Verhältnisse der Quadrate der benutzten Elemente stehen, hier ist dieß Verhältniß viel kleiner gefunden worden. Bei 1 bis 4 Elementen nahm die Schlagweite von 1 bis höchstens 7,7 zu (Vers. V. bis VIII, X, XII.)

Bei veränderter Gröſſe eines Elements einer aus zwei Elementen bestehenden Batterie soll das Product der Erwärmung im Schließungsbogen in die Quadratwurzel der Flächengröſſe des Elementes constant seyn; hier ist das Product mit steigender Flächengröſſe zunehmend gefunden worden (Vers. XIII, XIV.) Diese Abweichungen werden nicht auffallen, wie die folgende Auseinandersetzung gezeigt haben wird, daß eine unbestimmte Aufgabe vorgelegen hat, für die also keine allgemeine Lösung zu erwarten ist.

#### Ursache der Entladungserscheinungen der Franklin'schen Batterie.

Eine leydeners Flasche nimmt in ihrem Inneren so lange Elektrizität auf, bis ihr Knopf eine bestimmte elektrische Dichtigkeit erreicht hat. Die aufgenommene Elektrizitätsmenge ist sehr gering, wenn die äußere Belegung der Flasche isolirt ist, wird um desto größer, ein je längerer Draht an die äußere Belegung angelegt worden, und erreicht ihr Maximum, wenn der Draht mit der Erde in Verbindung gesetzt worden ist. Es folgt hieraus, was sich auch leicht direct nachweisen ließe, daß bei einer bestimmten Elektrizitätsmenge im Inneren der Flasche die Dichtigkeit an ihrem Knopfe desto größer ist, eine je geringere Ableitung ihre äußere Belegung erhalten hat. In der That ist nun die Franklin'sche Batterie, in der Art benutzt, wie es die aufgeführten Versuche zeigen, nichts anderes als eine solche einzelne Flasche mit veränderlicher Ableitung ihrer äußeren Belegung. Aus je mehr Elementen eine solche Batterie besteht, desto geringer ist die Ableitung, desto mehr Widerstreben, nach Franklin's Ausdruck, hat ihr erstes Element gegen die Ladung, und desto größer ist bei constanter Ladung die elektrische Dichtigkeit am Knopfe dieses Ele-

ments. Hat man daher eine Batterie aus 4 Elementen (Fig. 5.) geladen, und benutzt nur 3 Elemente bei der Entladung, indem man den Schließungsbogen an  $a_3$  anlegt, so sinkt augenblicklich die Dichtigkeit am Knopfe  $i$ , und man muß daher eine kleinere Schlagweite finden, als wenn der Bogen an  $a_4$  angelegt worden wäre. Aus gleichem Grunde muß die Schlagweite noch kleiner seyn, wenn der Bogen an  $a_2$  und endlich an  $a_1$  angelegt wird. Man könnte glauben, daß ein allgemein gültiges Gesetz für diese Abnahme der Schlagweite zu finden wäre, wenn die Bedingung gestellt ist, daß alle Elemente der Batterie gleichartig und gleichgroß, alle Isolirteller und Zwischendrähte gleich genommen werden. Diefs ist nicht der Fall. Ich habe in einer früheren Untersuchung <sup>1)</sup> einen ähnlichen aber viel einfacheren Fall behandelt. Einer elektrisirten Metallscheibe war eine gleiche, vollkommen abgeleitete Scheibe parallel gegenübergestellt, und ich suchte die Schlagweite oder die ihr proportionale elektrische Dichtigkeit an einem Punkte der elektrisirten Scheibe bei verschiedener Entfernung der Scheibe von einander. Die Abnahme der Dichtigkeit mit zunehmender Entfernung zeigte sich verschieden nach der absoluten Gröfse der Scheiben, nach der Lage des Punktes, an dem die Dichtigkeit untersucht wurde, und endlich nach der Lage des Ableitungsdrahtes der zweiten Scheibe, so daß ein Gesetz für diese Abnahme nicht aufgestellt werden konnte. Es ist daraus zu schließen, daß bei der Franklin'schen Batterie die Abnahme der Schlagweite des ersten Elementes nach der Zahl der benutzten Elemente abhängig seyn wird von der Gestalt und absoluten Gröfse der Elemente und Isolirteller und von der Form und Länge der Zwischendrähte, so daß ein Gesetz dieser Abnahme nur für den angewandten Apparat Geltung hat. Dasselbe, was für die Dichtigkeit am Knopfe des ersten Elementes, also für die Schlagweite im Schließungsbogen, gilt auch für die Dichtigkeit am Knopfe eines fol-

1) Pogg. Ann. Bd. 73, S. 379 — 398.



genden Elementes oder die Schlagweite in einem Zwischen-drahte der Batterie.

Die Erwärmung im Schließungsdrahte einer gewöhnlichen Batterie hängt von der Elektricitätsmenge in der Batterie und der Schlagweite am Fortsatze der Batterie ab, an dem die Entladung vollführt wird, der Schlagweite sowohl, die der mittleren elektrischen Dichtigkeit der Batterie proportional, als der, die von der besonderen elektrischen Anordnung auf dem Fortsatze abhängig ist, und die ich partikuläre Schlagweite nennen will. In Bezug auf die letztere habe ich gezeigt <sup>1)</sup>, daß dieselbe Batterie, durch Kugeln entladen, eine kleinere Schlagweite hat, als wenn der Entladungsfunke zwischen Scheiben übergeht, und daß die Erwärmung im Schließungsbogen im zweiten Falle größer ist, als im ersten. Daß mit der Dichtigkeit in der Batterie, der die Schlagweite proportional ist, die Entladungsdauer der Batterie im umgekehrten Verhältniß stehe, habe ich zuerst vor dreizehn Jahren angenommen <sup>2)</sup> und seitdem durch eine große Menge von Versuchen bestätigt gefunden. Diese Versuche, aus welchen ich die Gesetze der elektrischen Erwärmung ableitete, bin ich auf das Sorgfältigste bemüht gewesen von einer Aenderung der partikulären Schlagweite frei zu halten. Deshalb wurden überall die Flächen, zwischen welchen die Entladung eintritt, ungeändert gelassen, und die Näherung dieser Flächen wurde niemals mit der Hand, sondern durch einen fallenden Körper ausgeführt. Ganz im Gegensatze hierzu ist es nun bei der Franklin'schen Batterie die partikuläre Schlagweite allein, die geändert wird, da man die mittlere Dichtigkeit der direct am Conductor geladenen Flasche bei zu vergleichenden Versuchen constant erhält. Die Schlagweite dieser Flasche wird nach der obigen Betrachtung geändert durch Aenderung der Ableitung ihrer äußeren Belegung, und ist unzweifelhaft die Ursache der Verschiedenheit der beobachteten Erwärmungen. Es folgt hieraus, daß ebenso we-

1) Pogg. Ann. 43. 79.

2) Pogg. Ann. 40. 351.

nig wie für die Schlagweite, ein allgemeines Gesetz der Erwärmung nach der Zahl der benutzten Elemente der Batterie gefunden werden kann. Doch war es denkbar, daß unter gegebenen Bedingungen zwischen Schlagweite und Erwärmung eine bestimmte Beziehung stattfände, und so habe ich früher beiläufig<sup>1)</sup> diese Beziehung angedeutet für den Fall, wo beide Erscheinungen in dem Zwischendrahte einer Franklin'schen Batterie beobachtet wurden. Auch diese Beziehung findet nach den hier vorgelegten Versuchen nicht allgemein statt und es ist darnach zu schliessen, daß Voraussetzungen, die in Bezug auf die mittlere elektrische Dichtigkeit einer geladenen Flasche gelten, nicht auf die Dichtigkeit einzelner Theile ihrer Belegung übertragen werden dürfen.

Für die Erwärmung und Schlagweite im Schließungsbogen und Zwischendrahte einer aus gleichen Elementen bestehenden Franklin'schen Batterie lassen sich also keine Gesetze aufstellen, die nur die Zahl der benutzten Elemente in sich begreifen. Ein Gleiches gilt für eine aus zwei Elementen bestehende Batterie, in welcher die GröÙe eines Elementes verändert wird, wie ein Blick auf Fig. 6 und 7 lehrt. In Fig. 6 ist es eine constante Flasche, deren äußere Belegung eine Ableitung von 1 bis 4 Flaschen erhält, an deren Knöpfe daher eine veränderliche partikuläre Schlagweite eintritt, welche die Ursache der im Schließungsbogen beobachteten Erwärmungen ist. Zusammengesetzter ist der Fall der Fig. 7, der nur zum Theil hierher gehört. Es wird ein Element, das aus 1 bis 4 Flaschen besteht, am Conductor mit constanter Elektricitätsmenge geladen; die mittlere elektrische Dichtigkeit des Elementes nimmt ab im Verhältniß der zunehmenden Flaschenzahl und es müßte daher nach dem allgemeinen Gesetze die Schlagweite und Erwärmung im gleichen Verhältnisse abnehmen. Nun aber bildet eine constante Flasche die Ableitung der äußeren Belegung dieses Elementes. Die Ableitung ist veränderlich im entgegengesetzten Sinn mit der Flaschenzahl des Ele-

1) Pogg. Ann. 76. 484.

menten denn offenbar ist Eine Flasche für Eine Flasche eine grössere Ableitung, als für 2, 3 oder 4 gleiche Flaschen. Da nun nach dem Obigen die partikuläre Schlagweite eines Elementes zunimmt mit Verminderung seiner Ableitung, so muß Schlagweite und Erwärmung hier in einem kleineren Verhältnisse abnehmen, als dem der zunehmenden Flaschenzahl des Elementes. Ein allgemeines Gesetz dieser Abnahme kann hier, wie überall, wo partikuläre Schlagweiten im Spiele sind, nicht erwartet werden.

Die Betrachtung der Entladung der Franklin'schen Batterie hat bisher den Einfluß der partikulären Schlagweite auf die Erwärmung gezeigt, einen Einfluß, der schon früher bekannt war und der sich einfacher und schlagender, als an der Franklin'schen, an der gewöhnlichen Batterie nachweisen läßt, indem man die Flächen ändert zwischen welchen der Entladungsfunke erscheint, oder die Wirkungen von zwei gleichen Flaschen vergleicht, die eine verschiedene Glasdicke besitzen. Aber ein Versuch ist noch nicht besprochen, der, wie die früheren, von Dove herührt, und eine merkwürdige Bestätigung eines für die Entladung der Batterie überhaupt sehr wichtigen Satzes liefert. Wir haben gesehen (Versuch III.), daß ein dem ersten Zwischendraht hinzugefügter Platindraht die Erwärmung im Schließungsbogen sehr bedeutend verminderte. Da weder die Menge noch Dichtigkeit der Elektrizität im Bogen verändert werden kann durch die Zeit, in welcher die Elektrizitäten sich im Zwischendrahte ausgleichen, so beweist die beobachtete Verminderung der Erwärmung die Abhängigkeit, in welcher die auf einander folgenden Partialentladungen, welche die Gesamtentladung bilden, von einander stehen. Jede Partialentladung einer Batterie kann erst dann eintreten, wenn die ihr vorangehende Partialentladung vollendet, also die Elektrizität im Schließungsbogen zur Ruhe gekommen und der anfängliche Ladungszustand der Batterie wiederhergestellt ist. Diefes ist der Satz, den ich aufgestellt <sup>1)</sup> und durch neuere Versuche über die

1) Pogg. Ann. 78. 433.

Entladung in einem dauernd unterbrochenen Schließungsbogen bestätigt habe. Die Wirkung der Entladung der Franklin'schen Batterie ist demnach folgendermaßen abzuleiten:

Die Wirkung im Schließungsbogen wird allein durch die Entladung des Elementes der Batterie hervorgebracht, an dessen innere Belegung der Schließungsbogen angelegt ist. Elektrizitätsmenge, mittlere Dichtigkeit, partikuläre Schlagweite dieses Elementes haben denselben Einfluss auf die Entladung, wie in der gewöhnlichen Batterie. Jede Partialentladung führt eine bestimmte Menge von Elektrizität aus dem Inneren des Elementes in den Schließungsbogen; die Partialentladung ist vollendet und eine neue erfolgt, wenn jene Elektrizitätsmenge den Schließungsbogen durchlaufen hat, und der Ladungszustand des Elements wiederhergestellt ist. Das Letztere geschieht durch Fortführung einer dem Ladungszustand entsprechenden Elektrizitätsmenge aus der äußeren Belegung des Elements, und wird im ersten Zwischendrahte zugleich mit der Ausgleichung der Elektrizitäten in den übrigen Zwischendrähten ausgeführt. Die Dauer jeder Partialentladung und damit die ihrer Summe, welche die Wirkung der Gesamtentladung bestimmt, ist daher abhängig von der Beschaffenheit sowohl des Schließungsbogens als der Zwischendrähte. Dasselbe gilt für eine Wirkung im Zwischendrahte, so daß auch hier die Zeit, in welcher die einzelnen Partialentladungen einander folgen, von der Zeit abhängt, in der die Ausgleichung der Elektrizitäten in allen Zwischendrähten stattfindet, und die Entladung den ganzen Schließungsbogen durchlaufen hat.

IV. *Beschreibung des seit 1845 zu Sans - Souci  
aufgestellten Regen- und Windmessers;  
construirt von Legeler,*

Königl. Hofgärtner und Lehrer an der Königl. Gärtner-Lehr-Anstalt.

Die Einrichtung dieses Instruments (Taf. IV. Fig. 8.) ist folgende. Das cylinderförmige Auffangegefäß *A* von starkem Zinkblech, 1,129 par. Fufs im lichten Durchmesser, 9 par. Zoll hoch, enthält eine Grundfläche von etwa 1 □ Fufs und hat einen Boden, dessen Durchmesser um 4 Zoll gröfser ist, als der Durchmesser im Lichten. Aufserhalb am Gefäße befindet sich an einem platten Eisenstabe eine Windfahne *N*, deren unterer Rand 10 Zoll vom Boden entfernt ist. Die Fahne selbst ist 15 Zoll breit und 8 Zoll hoch; der Fahne gegenüber, ebenfalls aufserhalb, ist eine unten verschlossene Röhre *B* angebracht, 2 Zoll im Durchmesser, welche, um der Schwere der Windfahne das Gleichgewicht zu halten, mit Stückchen Eisen oder Blei gefüllt ist. Im Boden ist innerhalb des Gefäßes, dem Rande sehr nahe, der Windfahne genau gegenüber, ein Loch angebracht, woran ein Ausgufsрröhrchen *a* gelöthet ist, von  $\frac{3}{4}$  Zoll Länge und  $\frac{1}{2}$  Zoll Breite, welches das in *A* gefallene Wasser schnell ausfliefsen macht, was man durch einen in *A*, nach *a* zu schrägliegenden zweiten Boden *J* erreicht. An dem Bodenrande nach unten zu ist ein Rand *r* senkrecht angelöthet,  $2\frac{1}{2}$  Zoll breit, der die Oeffnung des Vertheilungsgefäßes *C* deckt, und dadurch verhindert, dafs Schnee oder Regen in letzteres geweht wird. Das Vertheilungsgefäß *C*, ebenfalls von Zinkblech, ist auf eine der Lokalität angemessene Weise, unmittelbar auf dem Dache horizontal, und zwar so befestigt, dafs die (man sehe den Grundrifs *R* Fig. 9 Taf. IV.) in seinem Boden befindlichen 8 Löcher, mit Berücksichtigung der westlichen Abweichung, nach den 8 Himmelsgegenden zu stehen kommen. Die Seitenwände dieses Gefäßes *b* sind  $2\frac{1}{2}$  Zoll hoch und der Raum auf der con-

centrischen Kreisfläche von  $2\frac{1}{2}$  Zoll Breite, ist durch  $1\frac{1}{2}$  Zoll hohe Querwände  $q$ , in 8 Abtheilungen getheilt, worin sich in der Mitte das Ausflusströhrchen  $x$ , von  $\frac{1}{2}$  Zoll Durchmesser befindet. Der Anheftungspunkt für das Röhrchen ist der niedrigste in jeder Abtheilung, damit das durch  $a$  hineingelaufene Wasser sich schnell dahin begeben könne um abzufließen, und wird dies leicht durch muldenförmiges Aushämmern der Bodenfläche jeder Abtheilung erreicht.

Sobald der Wind voll aus einer Himmelsgegend weht, und Regen mit sich führt, wird das Wasser durch  $a$  in diejenige Abtheilung gelangen, welche dieser Windrichtung entspricht; weht aber der Wind nicht voll aus einer Himmelsgegend, und schwankt er zwischen zwei oder mehreren Windrichtungen, so wird in diejenige Abtheilung das mehrste Wasser gelangen, welche mit der vorherrschendsten Windrichtung übereinstimmt. Zu dem Ende ist  $A$ , im Mittelpunkte seines Bodens an eine gehärtete Eisenstange  $D$ , welche  $\frac{1}{2}$  Zoll im Durchmesser hat, durch die daran befindlichen eisernen Lappen  $y$  befestigt, und bewegt sich  $D$  in einer ebenfalls gehärteten Pfanne  $E$ , welche letztere durch einen eisernen Arm oder Träger  $T$  an einem Dachsparren durch eine eiserne Platte  $H$  angeschraubt ist. Diese Pfanne überragt den kegelförmigen Theil von  $D$  um so viel, als nöthig ist, um zur leichten Bewegung in den dadurch gebildeten Raum  $d$  Oel gießen zu können.

Die Ausflusströhren  $x$  sind etwa 3 Zoll lang, und es befinden sich unter ihnen entweder unmittelbar die 8 gläsernen Mefscylinder  $F$ , auf dem runden hölzernen Boden  $G$  aufgestellt, oder ihre Enden sind mit so langen und  $\frac{1}{2}$  Zoll weiten Glasröhren durch kurze Gummiröhren  $t$  verbunden, als die Entfernung von ihnen bis nach  $G$  hin erfordert. Die Mefscylinder sind 12 Zoll hoch, oben ohne umgebogenen Rand, 1 Zoll im Lichten weit und werden folgendermaßen getheilt.

Ist nämlich in  $A$  eine Linie hoch Wasser gefallen, so beträgt dies für die Grundfläche von  $1 \square$  Fufs 12 Kubikzoll; wiegt man hiervon den zehnten Theil,  $1\frac{1}{3}$  Kubikzoll,

welche bei  $15^{\circ}$  R. 23,7676 Grm. wiegen, ab, und füllt dieses Wasser in einen der angegebenen Cylinder, so nimmt es etwa  $1\frac{3}{4}$  Zoll Höhe darin ein, für welchen Stand dann aufserhalb am Cylinder, mit Berücksichtigung der Capillarität, ein Strich eingeschiffen wird, und enthält der Cylinder ungefähr sechs Mal diese Höhe, welche durch eingeschiffene Zahlen von 1 — 6 bezeichnet werden. Dem sechsten Theilungsstrich gegenüber ist ein rundes Loch eingeschiffen, etwa  $\frac{3}{8}$  Zoll weit, woran ein  $2\frac{1}{2}$  Zoll langes und  $\frac{3}{8}$  Zoll starkes Ansatzrohr  $e$ , ein wenig nach unten gerichtet, mit Siegelack angekittet wird, zu welchem Ende der obere Theil des Röhrchens eine runde, muldenförmig vertiefte Platte erhält. Der untere Theil von  $e$  ist abgeschrägt, damit der letzte Tropfen Wasser um so leichter abfallen könne. Die Länge zwischen je zwei Theilstrichen wird mit einem Maafsstabe halbirt und hier ein kürzerer Strich oder Punkt eingeschiffen.

Eine Zehntel Linie ist gleich Hunderttausendtel Linien, und kann durch diese Eintheilung ein am Abschätzen geübtes Auge die Länge der im Cylinder vorhandenen Wassermenge, in Tausendtel-Linien ausgedrückt, bestimmen. Das über  $\frac{1}{10}$  Linien in den Cylinder gefallene Wasser fließt durch  $e$  in den Behälter  $K$ , welcher von Zinkblech, innerhalb eine so weite Röhre  $z$  hat, daß diese die Windstange  $D$  durchzustecken erlaubt. In  $K$  fließt das Wasser durch die am oberen Rande befindliche concentrische Oeffnung  $w$ , welche durch den Deckel  $u$  gebildet wird, der auf dem Endpunkt von  $z$  aufsteckt. Durch den Hahn  $f$  wird das Wasser abgelassen, mit einem der Cylinder gemessen, und die erhaltene Wasserhöhe demjenigen Cylinder zugezählt, welcher übergelaufen ist. Sind 2 Cylinder zugleich übergelaufen, so muß die stattgehabte vorherrschende Windrichtung entscheiden. Münden die Röhrchen  $x$  unmittelbar in den Cylinder, so erhalten sie am Ende eine  $1\frac{1}{2}$  Zll. hohe und  $1\frac{1}{8}$  Zll. weite Kappe  $g$ , in welche der obere Theil des Cylinders gesteckt wird; das Ende des Röhrchens ragt ein wenig und zwar abgeschrägt hinein, damit auch hier



der letzte Wassertropfen abfallen könne. Mündet die Röhre nicht unmittelbar in den Cylinder, und ist sie mit Glasröhren verbunden, so trägt das Ende der Glasröhren mit Siegellack angekittet eine dergl. Kappe, welche den Zweck hat, daß das in dem Cylinder befindliche Wasser nicht so leicht verdunste, da in der Regel nur alle 24 Stunden die gefallen Wassermengen eingetragen werden. Die Menge des, bei einer etwas langen Leitung dadurch verloren gehenden Wassers, da ein Theil desselben zur Befechtung der Röhrenwände erfordert wird, bevor es in die Cylinder fließen kann, wird durch einen Versuch festgestellt, und dieser Verlust entweder bei der Messung jedem Cylinder als ein beständiges Minus zugezählt, oder der erste Theilstrich bei allen um so viel niedriger angebracht.

Der durch *A* aufgefangene Schnee wird herausgenommen, geschmolzen, und das Wasser mit einem getheilten Cylinder gemessen; um hierbei zu *A* gelangen zu können, muß sich im Dache eine verschließbare Luke befinden.

Auf Erfahrung begründet ist es vorzuziehen von irgend einer angemessen gelegenen horizontalen Fläche die darauf für 1 □ Ffs. gefallene Menge Schnee zu entnehmen und zu schmelzen, weil, wenn derselbe nicht sogleich in *A* schmilzt, viel davon, selbst während des Schneefalls, durch den Wind wieder herausgeweht wird, oder man kann für die Schneemonate die Oeffnung von *A*, mit einem übergreifenden etwas gewölbten Deckel verschließen, der in der Mitte eine Oeffnung von einem halben Quadratfuß hat, wonach dann die gefallen Schneemengen doppelt zu notiren sind.

Jede Kappe trägt außerhalb am Rande eine der Himmelsgegend entsprechende Bezeichnung, und sind alle Kappen, der festeren Haltung wegen, durch den kreisförmigen Zinkstreifen *m* mit einander verbunden.

Der Boden *G* ist  $1\frac{1}{2}$  Zll. stark, in der Mitte durchbohrt, um *D* durchzulassen, welche mit ihrer kegelförmigen metallenen Spitze auf der Unterlage *h* in einer kleinen Vertiefung ruht. Das über *h* hinaus befindliche Ende derselben

ist von Holz  $\frac{1}{2}$  Zll. stark, und endet in einem geraden Zapfen, der in das gabelförmige Ende der Eisenstange *D* paßt, und dadurch befestigt wird, daß durch die Gabel und den hölzernen Zapfen ein Loch hindurchgeht, durch welches nach der Vereinigung beider ein entsprechend starker Draht *i* gesteckt wird. Diese Vorrichtung unterbricht bei bedeutender Länge von *D* die mögliche Leitung von Elektrizität in das Innere des Gebäudes, und bewirkt zugleich, daß sich die Spitze von *D* nur in *h* dreht, ohne zugleich mit dem Gewichte von *A* darauf zu ruhen, indem der eigentliche Stützpunkt für *A* in *E* liegt.

Am untersten Ende von *D* ist eine Hülse *k* angebracht, welche mit einem Drahte daran befestigt wird. Hieran befindet sich ein gekrümmter Draht *M*, der mit seinem unteren Ende in die auf dem hölzernen Boden *L* befindliche  $\frac{1}{2}$  Zll. breite, 1 Zll. hohe, oben ausgeschweifte mit Sand ausgefüllte Rinne *n* reicht, und hier, wenn er sich dreht, eine kleine Furche im Sande hervorbringt. Die Richtung, in welcher *M* gegen *D* befestigt werden muß, ist eine der Ebene der Windfahne entgegengesetzte, so daß die Spitze von *M* dem Beobachter die Himmelsgegend anzeigt, aus welcher der Wind weht.

Die Himmelsgegenden sind auf *L* nach Grundriß *Z*, (Fig. 10. Taf. VI.) mit den oberen entsprechend bezeichnet, wodurch der Beobachter im Stande ist genau und leicht die statthabende Windrichtung aufzuzeichnen. Der Sand in der Rinne *n* hat den Zweck, daß man an den durch *M* darin hervorgebrachten kleinen Furchen, welche nach aufgezeichneter Beobachtung wegen des ausgeschweiften Randes leicht mit dem Finger wieder zugestrichen werden kann, auch die stattgehabten Schwankungen des Windes wahrnimmt.

Um beim Durchlaufen des Windes durch die ganze Windrose festzustellen, ob dabei eine Drehung nach Rechts oder Links stattgefunden habe, sind an den vier, 1 Fuß hohen und angemessen starken Säulen *Q*, bewegliche Drähte *o* angebracht, welche in einer Unterlage *p* so befestigt sind, daß

dafs sie, aufgerichtet, von dem diesen Punkt in der Windrose durchlaufenden oberen Theil des Drahtes *M* erfafst, und auf die Seite gelegt werden können. Stand also der Wind im Norden, und ist die ganze Windrose durchlaufen, so werden diese vier Drähte, wenn die Richtung durch Westen ging, nach Rechts umgelegt seyn, und Links umliegen, wenn die Richtung durch Osten stattfand, der Beobachter nämlich in Norden aufgestellt gedacht, mit dem Gesicht nach Süden gewendet.

Der Boden *L* befindet sich auf eine angemessene Weise, doch unverrückbar, befestigt.

Dieser so construirte Regennmesser läfst demnach, ohne die stete Gegenwart des Beobachters zu erfordern, folgende Beobachtungen zu:

- 1) Das gefallene Regenwasser, oder sonstige Niederschläge werden, in Tausendtel-Linien ausgedrückt, von demjenigen Cylinder aufgenommen, welcher der dabei stattgehabten Hauptwindrichtung entspricht.
- 2) Die Richtung des Windes wird genau nach der Himmelsgegend angegeben, und eine stattgehabte Windstille dadurch bemerkbar gemacht, dafs der Zeiger keine Furche in dem Sande hervorbrachte.
- 3) Bei eingetretenem Durchlaufen des Windes durch die ganze Windrose wird festgestellt, ob diefs nach Rechts oder Links stattfand.

Nachstehende Tafeln enthalten die monatlichen Mittel der bisher mit diesem Wind- und Regennmesser gemachten Beobachtungen:

## Windrichtungen.

	O Nieder- schläge.	SO Nieder- schläge.	S Nieder- schläge.	SW Nieder- schläge.	Windlage.	V Nieder- schläge.	Windlage.	NW Nieder- schläge.	Windlage.	N Nieder- schläge.	Windlage.	NO Nieder- schläge.	Windlage.
December	1845	—	8	9	4,680	9	2,125	6	1,935	2	0,450	0,450	—
Januar	1846	10,950	9	6	4,150	7	—	—	—	2	—	3,075	1
Februar	—	—	3	4	4,150	4	4,400	7	—	5	2	—	—
März	—	0,800	5	—	4,415	4	4,400	—	—	6	—	—	—
April	—	1,500	3	6	1,225	3	10,466	8	2,500	4	—	—	—
Mai	—	3,325	2	4	7,650	—	0,875	4	5,275	11	—	—	—
Juni	—	—	1	1	7,505	2	—	5	0,100	15	—	0,575	—
Juli	—	—	1	5	0,175	5	7,250	6	15,725	7	1,150	—	—
August	—	—	3	—	—	1	7,850	4	0,325	3	2	0,925	2
September	—	—	3	5	1,775	4	—	—	1,775	6	2	0,925	2
October	—	—	2	12	26,915	5	—	—	—	3	3	0,025	3
November	—	—	3	6	—	4	—	—	—	1	1	0,050	1
Dec. 45 b. 30. Nov. 46	16,985	42	3,575	43	25,010	64	56,520	44	37,381	46	28,885	62	28,172
													16
													5,100
													48

Summa der Niederschläge 201,628 Lin.; davon Regenwasser 190,163; Schneewasser 11,465.

	O	SO	S	SW	W	NW	Windlage.	N	Windlage.	NO	Windlage.
	Nieder- schläge.	Nieder- schläge.	Nieder- schläge.	Nieder- schläge.	Nieder- schläge.	Nieder- schläge.	Nieder- schläge.	Nieder- schläge.	Nieder- schläge.	Nieder- schläge.	Nieder- schläge.
December	—	—	2,125	1,400	5	0,075	12	0,275	4	0,150	4
1846	—	—	1,150	—	1	—	—	—	—	1,200	12
1847	—	—	2,025	5,025	7	0,850	5	1,800	3	—	3
Januar	0,350	—	—	5,450	5	1,150	4	—	—	—	3
Februar	—	1,150	—	3,410	6	0,600	3	1,162	7	3,000	3
März	—	—	0,300	7,240	14	—	—	8,075	5	—	5
April	—	—	0,250	5,200	18	4,600	3	0,725	5	—	3
Mai	—	12,400	—	2,000	2	—	—	6,250	13	—	—
Juni	—	—	—	7,110	4	0,175	11	6,000	3	7,425	1
Juli	—	—	—	2,000	2	—	6	8,925	2	—	—
August	—	—	—	7,110	4	0,175	6	8,925	4	—	—
September	—	—	1,725	8,625	7	2,040	7	7,300	7	—	2
October	1,900	—	3,450	0,437	4	1,050	2	1,225	5	—	1
November	—	—	6,700	1,125	4	0,625	1	—	—	—	—
Dec. 46 h. 30.	2,250	13,550	17,725	47,022	77	11,165	54	40,412	61	14,905	27
Nov. 47	20	20	21	56	56	54	38	27	38	11,775	38

davon Regenwasser in Summa	138,549
» Schneewasser »	19,555
	<hr/>
Summa	158,104 Lin.

		O	Windlage.	SO	Windlage.	S	Windlage.	SW	Windlage.	W	Windlage.	NW	Windlage.	N	Windlage.	NO	Windlage.
		Nieder- schläge.		Nieder- schläge.		Nieder- schläge.		Nieder- schläge.		Nieder- schläge.		Nieder- schläge.		Nieder- schläge.		Nieder- schläge.	
December	1847	—	5	—	5	0,200	8	1,075	1	0,850	1	0,875	—	0,200	—	—	9
Januar	1848	0,357	10	—	2	—	11	—	1	—	1	1,930	—	2,125	1	1,025	16
Februar	—	—	1	7,675	2	5,058	7	3,340	9	—	9	2,105	4	—	1	—	1
März	—	1,100	2	3,200	10	4,150	5	0,105	6	0,700	6	0,825	4	0,250	1	—	1
April	—	—	—	0,150	5	0,100	1	9,325	7	0,875	7	0,350	4	9,175	1	7,175	4
Mai	—	—	—	1,250	4	—	1	1,100	2	3,400	2	10,125	13	—	3	—	7
Juni	—	—	—	0,175	4	1,600	5	11,085	6	3,350	5	6,035	4	8,000	1	15,025	4
Juli	—	—	—	—	2	—	1	2,283	10	2,700	8	2,155	6	0,075	1	—	2
August	—	—	—	—	1	0,375	5	4,600	12	4,665	9	6,095	1	4,150	1	4,525	3
September	—	—	—	—	1	1,250	2	0,325	5	—	4	5,110	7	—	4	—	—
October	—	0,320	—	—	1	1,250	9	0,516	3	0,300	2	6,220	4	1,350	2	7,785	8
November	—	2,900	1	—	2	0,485	6	7,912	9	2,505	5	11,850	4	—	—	—	3
v. 1. Dec. 47 h. 30. Nov. 48		4,677	28	12,450	39	14,468	60	40,666	71	19,345	39	53,675	52	25,325	16	35,535	58

davon Regenwasser in Summa 196,424  
 » Schneewasser » 9,717  
 Summa 206,141 Lin.

	O	SO	S	SW	VV	NW	N	NO
Windlage.	—	—	—	7	—	5	—	—
Nieder-schläge.	0,025 6,500	— 0,300	2,550 1,525 0,025	0,275 7,541 3,750	— 2,300 2,375	0,450 3,225 8,110	— — 13	— — —
Windlage.	—	—	—	—	—	—	—	—
Nieder-schläge.	3,800 0,375	— —	— —	1,150 0,725	3,200 6,075	4,450 2,250	2 8,025	1,900 5,275
Windlage.	—	—	—	—	—	—	—	—
Nieder-schläge.	0,650	—	0,300	0,785	0,160	5,567	—	4,500
Windlage.	—	—	—	—	—	—	—	—
Nieder-schläge.	—	—	0,060	14,100	0,720	10,460	—	—
Windlage.	—	—	—	—	—	—	—	—
Nieder-schläge.	4,525 3,200	— —	0,355 4,075	9,760 3,225	1,685 5,000	4,280 3,775	8 0,025	2,825
Windlage.	—	—	—	—	—	—	—	—
Nieder-schläge.	—	—	0,050	2,158	—	1,675 5,175	2 —	7 —
Summa der Niederschläge	19,075	0,300	8,940	48,549	24,377	56,622	11,575	14,300
v. 1. Dec. 48 h. Nov. 49	21	23	28	45	45	78	23	21
davon Regenwasser in Summa	137,708							
" Schneewasser "	25,655							
" Schnee mit Regen "	18,300							
" Hagel u. s. w. "	1,975							
Summa der Niederschläge	183,638 Linien.							



## V. Ueber die Leitkraft der Erde für Elektricität; von A. Baumgartner.

(Aus den Sitzungsberichten der K. Akademie der Wissenschaften  
zu Wien, Mai 1849).

Seit der Zeit, als man durch Gray die ersten Begriffe über elektrische Leitung der Körper erlangt hatte, ward die Erde immer für einen Leiter der Elektricität gehalten; man hat es aber nicht versucht, ihr den Rang unter den Leitern nachzuweisen, oder gar ihre Leitungsfähigkeit in einem Zahlenwerthe auszudrücken, ohne Zweifel, weil man, bis vor ein Paar Decennien, die Mittel und Apparate, welche zu solchen Bestimmungen nöthig sind, nicht kannte, und jetzt, wo man sie kennt, dieselben nur verhältnißmäfsig wenigen Personen zu Gebote stehen.

Der Umstand, dafs mir bei der Einrichtung unserer ausgedehnten Telegraphenlinie die Oberleitung dieser Angelegenheit anvertraut ward, setzte mich in die Lage, einiges zur Lösung der vorgenannten wichtigen Aufgabe unternehmen zu können, und ich glaube, im Interesse der Wissenschaft, diese Gelegenheit benutzen zu müssen.

Erlauben Sie nun, dafs ich Ihnen das, was ich hierin unternommen habe, und zu welchen Resultaten es geführt, in Kürze mittheile.

Bekanntlich genügt es zum Behufe einer telegraphischen Correspondenz zwischen zwei Orten nur eine einzige Drahtleitung einzurichten und in jeder der beiden Endstationen das Drahtende in die Erde zu versenken; denn der in einer Station erregte elektrische Strom geht im Drahte hin und in der Erde wieder zurück, oder umgekehrt, und derselbe hat den Leitungswiderstand im Elektromotor, im Drahte und in der Erde zu überwinden.

Sind aber zwischen zwei Stationen zwei Leitungsdrähte gezogen, die an jeder Endstation mit ihren Enden leitend verbunden sind, so dafs sie eine in sich selbst zurückkeh-

rende leitende Kette bilden, so kann der an irgend einer Stelle dieser Kette erregte elektrische Strom in einem Drahte hin, im anderen zurücklaufen, und er hat auf seinem Wege ausser dem Widerstande des Elektromotors nur den des Drahtes selbst zu gewältigen. Stehen einem aber beide Einrichtungen zugleich zwischen denselben Stationen zu Gebote, so kann man den in der Drahtleitung hinlaufenden Strom eines constanten Elektromotors einmal im Drahte, ein anderes Mal in der Erde zurückkehren lassen. Wird nun durch ein in die Drahtleitung eingeschaltetes geeignetes Melsinstrument in beiden Fällen die Stromstärke gemessen, so kann man, nach den bekannten Gesetzen der Bewegung elektrischer Ströme, das Verhältniß der Leitungswiderstände in einer Längeneinheit des Drahtes und des zwischen beiden telegraphischen Stationen gelegenen Theiles des Erdkörpers numerisch bestimmen, und somit die Aufgabe lösen, welche ich vorher angedeutet habe.

Ich habe mich, um dieses durchzuführen, eines Theiles unserer nördlichen Telegraphenlinie bedient. Es geht nämlich vom Bahnhofe der Kaiser Ferdinands-Nordbahn eine aus Kupferdraht von einer Wiener Linie Dicke bestehende Leitung über Gänserndorf nach Brünn, Olmütz und Prag, und eine zweite ebenfalls über Gänserndorf nach Prefsburg, so, daß demnach zwischen Wien und Gänserndorf zwei Drahtleitungen gezogen sind. Ich schaltete in die Drahtleitung, welche mit einem Ende in Wien, mit dem anderen in Gänserndorf in die Erde versenkt ist, ein kleines Zink-Platin-Element mit amalgamirter Zinkplatte und angesäuertem Wasser und eine sehr empfindliche Sinusboussole ein, und beobachtete unter den bekannten Vorsichten, nachdem die Nadel der Boussole in Ruhe gekommen war, die Größe des Ableitungswinkels.

Hierauf liefs ich sowohl in Wien als in Gänserndorf die Drahtenden von ihrer Verbindung mit der Erde lösen und dagegen mit dem von Wien nach Prefsburg führenden Drahte leitend verbinden, jede andere Verbindung aber aufheben, und mafs abermals den Ableitungswinkel der

Magnetnadel. Bei drei hinter einander angestellten Versuchen erhielt ich nachstehende Ablenkungen:

	1. Versuch.	2. Versuch.	3. Versuch.	Durchschnitt.
I. Als der Strom im Drahte hin und her ging.	20°	22°	19½°	20° 30'
II. Als der Strom im Drahte hin, in der Erde zurück gieng.	33°	32½°	31°	32° 10'

Bezeichnet man in I. die Grösse des Ableitungswinkels mit  $A$ , den specifischen Leitungswiderstand in der ganzen Kette mit  $R$ , die elektromotorische Kraft mit  $E$ , ferner die gleichnamigen Grössen in II. mit  $a$ ,  $r$ ,  $e$ , so hat man:

$$\sin a = \frac{e}{r}, \quad \sin A = \frac{E}{R}$$

und weil  $E = e$  ist

$$\frac{\sin a}{\sin A} = \frac{R}{r}.$$

Der Leitungswiderstand hängt bekanntlich bei gleicher Temperatur ab von der Natur des Widerstand leistenden Stoffes, von der Länge des Weges, den der Strom in demselben durchläuft, und von dem auf der Stromrichtung senkrechten Querschnitte des Leiters. Ist die Kette sehr lang und der Widerstand im Elektromotor sehr gering, wie dieses in den hier besprochenen Versuchen der Fall war, so kann man vom Leitungswiderstand im Elektromotor ganz absehen und den gesammten Widerstand als von der Drahtleitung und respective von der Erde abhängig betrachten. Nennt man nun die Drahtlänge, welche der elektrische Strom zu durchlaufen hat, wenn er im Drahte hin- und zurückgeht  $L$ , jene welche er durchströmt, wenn er bloß im Drahte hinliefst, aber in der Erde zurückkehrt  $l$ , ferner die Entfernung der zwei Stationen, welche zum Versuche ausgewählt werden, in gerader Linie  $\lambda$ , bezeichnet endlich  $M$  eine vom specifischen Leitungszustand des Drahtes und von seinem Querschnitte bei der Länge  $= 1$  ab-

hängige Größe,  $m$  hingegen eine ähnliche für den vom elektrischen Strome durchflossenen Theil des Erdkörpers, so hat man:

$$R = ML, r = Ml + m\lambda;$$

daher

$$\frac{\sin a}{\sin A} = \frac{ML}{Ml + m\lambda} \text{ und endlich } \frac{M}{m} = \frac{\lambda \sin a}{L \sin A - l \sin a}.$$

Die von Wien nach Gänserndorf gezogene Drahtleitung ist 16100 Kl. lang, ferner ist eine Spirale von einem 0,19 L. dicken, 130 F. langen Kupferdraht eingeschaltet, die demnach denselben Widerstand leistete wie 1 Linie dicker Kupferdraht von 600 Kl. Länge. Es muß demnach die ganze Drahtleitung bezüglich ihres Leitungswiderstandes mit 16700° Länge angenommen werden. Man hat demnach

$$l = 16700; L = 16700 + 16100 = 32800 \text{ Kl.}$$

Die gerade Entfernung der Station im Nordbahnhofe von der in Gänserndorf beträgt 14800 Kl. =  $\lambda$ . Wird daher in der letztgenannten Formel

$$A = 20^\circ 30' \quad a = 32^\circ 10'$$

gesetzt, so erhält man

$$\frac{M}{m} = \frac{14800 \sin(32^\circ 10')}{32800 \sin(20^\circ 30') - 16700 \sin(32^\circ 10')} = 3,14.$$

Es ist demnach der Leitungswiderstand eines Kupferdrahtes von der Länge = 1 und 1 Linie Dicke 3,14mal größer, als der eines gleich langen vom elektrischen Strome durchflossenen Theiles des Erdkörpers von unbekanntem Querschnitte.

Man wird mir einwenden; daß der gefundene Zahlenwerth wenigstens in seinen Bruchtheilen nicht genau sey, weil die Ergebnisse der drei Versuche, deren Durchschnittswerth in Rechnung genommen wurde, um  $1\frac{1}{2}^\circ$  von diesem Durchschnitt abweichen, und ich erkenne dies willig an; zu meinem Zwecke würde aber selbst ein Resultat genügend seyn, das noch weniger scharf wäre als das hier erhaltene, weil ich nur darauf ausging, zu ersehen, ob denn wirklich der Widerstand in der Erde so klein sey, daß er

gegen den im Metallleiter vernachlässigt werden kann, wie man hie und da behaupten hört; sodann wünschte ich, einen Widerspruch aufzuklären, der zwischen der elektrischen Leitfähigkeit des Erdkörpers und jener seiner uns bekannten Bestandtheile besteht, und endlich wollte ich über den Gang eines elektrischen Stromes im Innern der Erde einige nähere Aufklärung gewinnen.

Das erhaltene numerische Resultat zeigt genügend, daß der Leitungswiderstand in der Erde nicht gar so unbedeutend sey, als man zu meinen scheint, und wiewohl ich Grund zu haben glaube, annehmen zu dürfen, es werde sich dieser Widerstand bei größerer Entfernung der Versuchsstationen verhältnißmässig kleiner darstellen, als er hier gefunden worden, so bleibt er doch immerhin von einer Gröfse, die, dem Widerstande im Drahtleiter gegenüber, nicht zu vernachlässigen ist.

Der Erdkörper, wenigstens der hier ins Spiel gekommene Theil desselben, erscheint als ein Leiter, der, wenn man nicht auf den Querschnitt des Stromkanals sieht, sogar einem gut leitenden Metall, dem Kupfer vorgeht.

Andererseits ist aber bekannt, daß die Stoffe, aus welchem die uns bekannte Erdrinde besteht, sehr unvollkommene Leiter seyen und an Leitkraft von den Metallen weit übertroffen werden; wir finden uns sogar bestimmt, anzunehmen, daß das Wasser der bestleitende Theil der Erdrinde sey (einzelne Metalladern können hier nicht in Rechnung kommen, da sie kein Continuum bilden) und wissen doch, daß destillirtes Wasser ein mehrere Millionenmal schlechterer sey als Kupfer.

Es muß also die Erde ihre elektrische Leitfähigkeit nicht sowohl der Beschaffenheit, als der Quantität ihrer Masse und eigentlich der Gröfse des Querschnittes, den sie einem Strom darbietet, verdanken.

Dieser Schluss führt aber wieder zu einer anderen, wie es auf den ersten Blick scheint, mit dem bekannten Gesetz der Bewegung der Elektrizität nicht vereinbarlichen Unzukömmlichkeit. Es ist nämlich der Querschnitt, den die Erde

einem in sie eindringenden Strome darbietet, so ungeheuer groß, daß selbst, wenn ihre spezifische Leitkraft sogar kleiner als die des Wassers wäre, ihr Leitungswiderstand gegen den der Metalldrähte völlig verschwinden müßte, was aber der Entfernung entgegen ist.

Man kann daher nicht umhin anzunehmen, daß sich ein elektrischer Strom, der in die Erde eindringt, in derselben nicht so ausbreitet, wie dieses die Größe des Erdkörpers nach dem gewöhnlichen Leitungsgesetze gestatten zu müssen scheint, sondern daß er sich auf einen, wenn auch bedeutenden doch nur im Verhältniß zur Größe des Erdkörpers unbedeutenden Querschnitt beschränke.

Dieser Ansicht stehen auch die bekannten Leitungsgesetze nicht entgegen. So wie nämlich ein elektrischer Strom an irgend einer Stelle in den Erdkörper übergeht, löset er sich gleichsam in eine unendliche Anzahl divergirender Stromfäden auf, die sich bei der Annäherung an die Stelle, wo die Elektrizität die Erde verläßt, wieder in convergirenden Linien sammeln. Nun hat aber nur die Axe dieses Stromkegels, nicht aber der ganze Strom, den kürzesten Weg zwischen der Ein- und Austrittsstelle eingeschlagen und es überwiegt die Weglänge der einzelnen Elementarströme die Axe des Stromkegels um so mehr, in einem je größeren Querschnitte sich der Strom ergossen hat. Diese Verlängerung des Weges hat aber eine Vergrößerung des Leitungswiderstandes zur Folge und kann demnach nur so weit gehen, bis sie der Erleichterung der elektrischen Strömung, welche sich aus der Vergrößerung des Querschnittes ergibt, das Gleichgewicht hält.

Man könnte sogar die Größe des Querschnittes, dessen Grenzen der Strom nicht überschreitet, berechnen, wenn die spezifische Leitkraft der Erde bekannt wäre. Nimmt man diese Leitkraft gleich jener des mit  $\frac{1}{20000}$  Salpetersäure versetzten Wasser an, so ergibt sich das Verhältniß der Leitkraft der Erde zu jener eines Kupferdrahtes bei gleichen Querschnitten und gleicher Weglänge, wie folgt: Nach Pouillet's Versuchen hat man:

Die spezifische Leitkraft des mit  $\frac{1}{20,000}$   
 Salpetersäure versetzten Wassers  
 verhält sich zu jener einer gesättig-  
 ten Kupfervitriollösung . . . . wie 150: 10,000  
 die einer gesättigten Kupfervitriollö-  
 sung zu jener des Platins . . . . „ 1: 2,546680  
 die des Platins zu jener des Kupfers „ 22: 100  
 daher die spezifische Leitkraft des an-  
 gesäuerten Wassers zu jener des  
 Kupfers wie . . . . . 1: 771,721212.

Da nun den hier besprochenen Versuchsergebnissen zu Folge die elektrische Leitkraft der Erde nicht nur kleiner, als jene des Kupferdrahtes, sondern sogar 3,14mal größer ist, so muß der mittlere Querschnitt des Stromkanals in der Erde  $\frac{771721212}{314}$ mal größer seyn, als im kupfernen Lei-  
 ter, mithin 65111 Q. F., d. h. ein Quadrat von 255 F. Seite, oder einen Kreis von 144 F. Radius ausmachen. Die wirkliche Verbreitung des Stromes wird, da er innerhalb der Fläche eines Kegels liegt und nicht in einem prismatisch-cylindrischen Kanal fortgeht, bedeutend größer seyn <sup>1)</sup>.

Allen diesen Betrachtungen liegt die Annahme zu Grunde, daß es gestattet sey, sich einen elektrischen Strom wie den einer körperlichen Flüssigkeit vorzustellen, er mag in einer fortschreitenden Bewegung, oder in einer solchen fortbestehen, wo die bewegten Theile die Lage ihres Gleichgewichts nur wenig verlassen, und ich habe geglaubt, hierzu darum berechtigt zu seyn, weil die Aufgabe der Naturforschung nach meiner Ansicht überhaupt darin besteht, Unbekanntes auf den Typus des Bekannten zurückzuführen.

- 1) Die Schlussfolgerungen des geehrten Hrn. Verf. dürfen indeß wesentlich dadurch beeinträchtigt werden, daß die Platten, mittelst welcher der Strom durch die Erde geleitet wird, erfahrungsmäßig eine Polarisation erleiden. Diese Polarisation möchte wohl den Haupt-Antheil haben an der Schwächung des Stroms beim Durchgang durch die Erde.



VI. *Weitere Versuche über den elektrischen Leitungswiderstand der Erde;*  
*von A. Baumgartner.*

(Aus den Sitzungsberichten der K. Akademie der Wissenschaften zu Wien, Juni 1849).

Die weitere Ausdehnung der Doppelleitung an unserer Telegraphen-Linie hat mir Gelegenheit gegeben, die Versuche über den elektrischen Leitungswiderstand des Erdkörpers im Verhältnisse zu dem eines 1 W. L. dicken Kupferdrahtes weiter auszudehnen und ich gebe mir hiermit die Ehre, der Klasse vorzulegen, was ich hierin erfahren habe, und zu welchen Schlüssen ich mich für berechtigt halte.

Bei meinen ersten Versuchen dieser Art stand mir nur die vier Meilen lange Doppelleitung zwischen Wien und Gänserndorf zu Gebote; vor Kurzem ward aber diese Leitung über Gratz hinaus verlängert und mir dadurch, und durch die freundliche Bereitwilligkeit des Hrn. Telegraphendirectors Dr. Gintl die Möglichkeit gegeben, den Leitungswiderstand der Erde auf der nahe 11 Meilen langen Linie zwischen Wien und Gloggnitz und auf der in der Verlängerung derselben liegenden 28 Meilen langen Strecke zwischen Wien und Gratz zu untersuchen.

Ueber die Art und Weise, wie ich diese Versuche anstellte, brauche ich nichts mehr zu erwähnen, da ich mich genau an die Versuchsmethode gehalten habe, welche ich auf der Wien-Gänserndorfer Strecke angewendet und worüber ich der Klasse bereits Bericht erstattet habe; auch der Messapparat für den elektrischen Strom war derselbe, den ich bei den früheren Versuchen gebraucht habe. Der Elektromotor, dessen ich bedurfte, mußte aber kräftiger seyn, als bei meiner früheren Arbeit, weil es sich um viel größere Entfernungen handelte. Ich brauchte daher dieselbe Batterie, welche für kürzere Strecken zum Behufe des Telegraphirens in Anwendung steht.

Wie ich schon erwähnt habe, beziehen sich die Versuche, von denen ich hier Bericht erstatte, auf die Wien-Gloggnitzer und auf die Wien-Gratzer-Strecke. Die Länge des Leitungsdrahtes auf der ersten Strecke ist 10,93 Meilen oder 43720 Klafter, auf der zweiten 27,93 Meilen oder 111,720 K. Kl. Mit Einrechnung des Messapparates und der Indicatoren mit ihren 0,19 Linien dicken Drähten, erhält man:

Für die Wien-Gloggnitzer Linie die Drahtlänge, in welcher der Strom hingeht 46536 Kl., jene, in welcher er hin- und wieder zurückgeht 96,904 Kl.

Für die Wien-Gratzer Linie hingegen ist die Drahtlänge, in welcher der Strom hinliefst 11786 Kl., jene, in welcher er hin- und wieder zurückgeht 242876 Kl.

Die gerade Linie zwischen Wien und Gloggnitz, mithin der Weg, welchen die Axe des elektrischen Stroms in der Erde durchfließen muß, beträgt 35,120 Kl., jene zwischen Wien und Gratz hingegen 74640 Kl.

Die Ablenkung der Magnetnadel, als der Strom im Kupferdrahte von Wien nach Gloggnitz ging und in demselben wieder zurückkehrte, war  $20^{\circ}$ , als aber der Strom im Drahte hinlief und in der Erde zurückkehrte, betrug sie  $40^{\circ}$ . Dieselben Größen waren bei dem Versuche auf der längeren Strecke zwischen Wien und Gratz  $9^{\circ}$  und  $16\frac{1}{2}^{\circ}$ .

Mittelst dieser Werthe erhält man nach der in meinem früheren Berichte (Maiheft) entwickelten Formel:

- 1) für die Wien-Gloggnitzer Strecke 6,98
- 2) für die Wien-Gratzer Strecke . 4,70.

Diese Größen übertreffen jene, welche ich für die Leitungsfähigkeit einer Strecke von der Länge = 1 und einem unbestimmten Querschnitte gegen die in einem gleich langen Kupferdrahte vom Durchmesser einer Wiener Linie auf der Wien-Gänserndorfer Strecke gefunden habe, um ein Bedeutendes, doch führen auch diese zu den Schlüssen, die ich aus den früheren Versuchen über den innern Verlauf der Fortpflanzung der Elektrizität im Erdkörper ziehen zu können glaubte; ja die Verschiedenheit der numerischen

Werthe in verschiedenen Stationen, die viel gröfser ist als dafs sie von Beobachtungsfehlern herrühren könnte, da der Ablenkungswinkel bei wiederholten Beobachtungen immer genau von derselben Gröfse erschien, deuten noch bestimmter darauf hin, dafs sich ein elektrischer Strom nicht in der ganzen Erdmasse vertheile, sondern auf einen verhältnifsmäfsig kleinen Theil derselben beschränkt bleibe.

## VII. *Enargit, ein neues Mineral aus der Ordnung der Glanze.*

### I. Mineralogische Bestimmung nebst Bemerkungen; von August Breithaupt

**Hr. Conrad**, ein theoretisch und practisch gründlich ausgebildeter Hüttenmann, ist zu Anfang dieses Jahres aus Peru, wo er über 2 Jahre lang thätig war, mit reichen Erfahrungen und Beobachtungen mannigfacher Art nach Freiberg zurückgekehrt. Unter den von ihm mitgebrachten Mineralien fand sich eins, welches ich sogleich für neu und eigenthümlich erkannte. Hrn. Conrad zolle ich für die erhaltenen Proben davon, welche die folgenden Beobachtungen gestatteten, hiermit meinen aufrichtigen Dank.

Dieses Mineral zeigt *metallischen Glanz*, zwar sehr lebhaft, aber nicht ganz vollkommen, nur etwa so, wie der frische Manganit auf den Spaltungsflächen.

*Farbe*, eisenschwarz, auf den basischen Flächen nicht ganz so dunkel, als auf den prismatischen. *Strich*, schwarz.

*Primärform*: Brachyaxes rhombisches Pyramidoëder, nach Dimensionen unvollständig bekannt. *Primäres Prisma*,  $\infty P = 98^\circ 11'$ , noch genauer nach dem Mittel meiner Beobachtungen  $98^\circ 10\frac{1}{2}'$ . Da die Messungen an Spaltungsgestalten so scharf waren, dafs für einen Fehler von weniger

als einer Minnte eingestanden werden kann, so verglich ich den Winkel nach der Progressions-Theorie, man sehe Bd. I. S. 289 meines vollst. Handb. d. Mineralogie, wonach die Substanz hexagonomerisch genommen werden muß, und siehe da, es ergab sich ein ungemein einfacher Ableitungswerth. Es ist nämlich ein nach  $\frac{2}{3}$  Makrodiagonale des schematischen Prisma von  $120^\circ$  abgeleitetes Prisma =

$98^\circ 10' 48''$ , also  $\propto P$  des Enargits =  $\frac{2}{3} \frac{\infty D h}{6}$ . — Die wenigen Krystalle, welche bis jetzt bekannt sind, zeigen  $OP$ ;  $\propto P \infty$ ;  $\propto P$ ;  $\propto P \infty$ , und noch Spuren eines secundären Prisma, vielleicht  $\propto P \bar{2}$ . Die Basis  $OP$  ist eben,  $\propto P$  vorherrschend, und aus der Coëxistenz der verticalen Gestalten erklärt sich die Längenkerbung der Krystalle. — In den derben Massen grob- bis grobkörnig zusammengesetzt, mit Neigung zum stänglichen. — *Spaltbarkeit, primär-prismatisch, vollkommen; brachydiagonal und makrodiagonal, ziemlich deutlich; basisch, undeutlich; primär-pyramidoëdrisch, in Spuren. Bruch, uneben.*

Spröde, läßt sich deshalb leicht pulverisiren, leichter als die meisten Glanze.

Härte = 4, genau die des Kalkspaths.

Specifisches Gewicht = 4,430 bis 4,445, nach drei Bestimmungen.

Die ungemein deutliche prismatische Spaltbarkeit ist derartig von keinem andern Gliede der Ordnung der Glanze bekannt, und da sich die Spaltungs-Prismen mit dem Reflexions-Goniometer ebenso leicht als genau messen lassen, so liegt hierin und in dem eigenthümlichen Winkel eine so große Auszeichnung, daß ich deshalb das Mineral mit dem obigen Namen belegte, nach *εναργής* d. h. in die Augen fallend, deutlich. Auch das niedrige specifische Gewicht dient, im Vergleiche mit den ähnlichen Glanzen des rhombischen Krystallisations-Systems, mit zur bequemen Erkennung.

Es kommt der *Enargit* in großen derben Massen vor, worin

worin selten kleine Krystall-Drusen erscheinen, und er bricht auf einem Gange in krystallinischem Kalkstein. Der Gang hat keine gleichmäßige Mächtigkeit, besteht vielmehr aus grossen linsenförmigen Körpern, welche aber bis drei Lachter mächtig werden. Solche sehr bedeutende Anbrüche enthalten allermeist nur jenes Mineral und die beibrechenden anderen metallischen Mineralien sind Tennantit, Kupferkies und Eisenkies. Von diesen dürfte der Tennantit, welcher das specifische Gewicht 4,369 gab, noch am frequentesten seyn, so, dafs er zum Kupferausbringen mit beiträgt; er ist ferner noch dadurch merkwürdig, dafs er in seinen Combinationen ein neues skalenisches Ikositessaroëder zeigt, welches die Combinations-Kanten zwischen  $D$  und  $\frac{1}{2}J$  mit Parallelismus der neuen Combinations-Kanten abstumpft, welches ich an einem anderen Orte beschreiben werde. Der Eisenkies, meist nur porphyrtartig im Enargit inne liegend, ist im frischen Bruche von der schönsten gelben Farbe, welche man von diesem Mineral kennt, reagirt aber auch im Glaskölbchen über der Spiritus-Flamme sehr stark auf Arsen; sein specifisches Gewicht beträgt 4,988. Aufser grünem und blauem Beschlage auf den Klüften des ganzen Gemenges ist an den erhaltenen Stücken keine andere Gangart zu sehen; jedoch giebt Hr. Conrad an, dafs auf dem Gange ein graues bis schwarzes Mineral von muschligem Bruche in Menge einbreche, welches Aehnlichkeit mit Perlstein habe.

Man kann sich übrigens eine Vorstellung von der Frequenz des Enargits machen, wenn man erwägt, dafs in einem einzigen Jahre aus den Ausbrüchen für ungefähr 90000 Thaler Schwarzkupfer mittels Flammöfen ausgeschmolzen worden sind. Deshalb und weil ich günstige Gelegenheit dazu habe, hoffe ich von dem neuen Minerale, so wie von seinen Begleitern noch eine beträchtliche Menge zu bekommen. Der Enargit liefert übrigens den Beweis, dafs wir noch lange nicht alle massenhaft vorkommenden metallisch nutzbaren Mineralien kennen dürften. Der Gang, auf dem er

bricht, heist *S. Francisco*, der Fundort ist *Morococha* im Bergwerks-Distrikt *Jauli*, über 14000 Fufs hoch, auf den Cordilleren von Peru. In der Nähe werden noch andere Gänge von ganz abweichender Mineralien-Zusammensetzung getroffen.

Schon seit Jahren kenne ich ein Mineral von der Grube *Junge hohe Birke* bei *Freiberg* in prismatisch spaltbaren nadelförmigen Krystallen, dem Enargit täuschend ähnlich, aber die hiesige bergakademische Sammlung besitzt davon zu wenig, um untersucht werden zu können. Es begleitet die Kupferblende und den Kupferkies, jene steht aber bekanntlich dem Tennantit sehr nahe, und dies erhöht die Wahrscheinlichkeit, daß jene Kryställchen Enargit seyen. Auch kommt auf derselben Grube Tennantit vor.

Hr. Conrad hatte für technische Zwecke den Enargit chemisch untersucht und als Hauptbestandtheile Kupfer, Arsen und Schwefel erkannt. Der Silbergehalt aber beschränkte sich auf ein Paar Pfundtheile.

## II. Chemische Untersuchung des Enargit's von Morococha in Peru; von C. F. Plattner.

### Qualitative Untersuchung.

In einer an einem Ende zugeschmolzenen Glasröhre erhitzt, decrepitirt das Mineral ziemlich heftig und giebt schon bei ganz schwacher Hitze ein Sublimat von Schwefel; bei stärkerer Hitze schmilzt es, noch ehe es zum Glühen kommt, zur Kugel, und das Sublimat vermehrt sich durch Schwefelarsen, welches unter der Abkühlung eine blafs gelbrothe Farbe annimmt.

In einer an beiden Enden offenen Glasröhre schwach erhitzt, giebt das Pulver des Minerals schweflige Säuren, welche letztere mit Antimonoxyd und antimonensaurem Antimonoxyd gemengt ist.

Auf Kohle schmilzt das gepülverte Mineral unter Abgabe von Schwefelarsen sehr leicht zur Kugel, wobei sich schwache Beschläge von arseniger Säure, Antimonoxyd und

Zinkoxyd bilden. Wird die zurückbleibende Kugel gepulvert und das Pulver auf Kohle abgeröstet, so erhält man ein schwarzes glanzloses Oxyd, welches mit Borax auf Platindraht geprüft nur auf Kupfer reagirt; wird aber die Glasperle fast übersättigt und hierauf auf Kohle so lange im Reductionsfeuer behandelt, bis das Kupfer metallisch ausgefällt ist, so bleibt ein geringer Gehalt an Eisen zurück, der sich durch die grünliche Farbe des mit der Reductionsflamme behandelten Boraxglases sowohl, als auch dadurch zu erkennen giebt, daß die Glasperle, wenn sie auf Platindraht im Oxydationsfeuer umgeschmolzen wird, eine gelbe Farbe annimmt.

Aetzkali zieht aus dem fein gepulverten Minerale Schwefelarsen und Schwefelantimon aus, welche durch Zusatz einer Säure mit citrongelber, ins Orange geneigter Farbe ausgefällt werden.

Das Mineral besteht demnach hauptsächlich aus Schwefelkupfer und Schwefelarsen mit geringen Mengen von Schwefeleisen, Schwefelzink und Schwefelantimon.

#### Quantitative Bestimmung der einzelnen Bestandtheile.

2,108 Grm. des feingepulverten, völlig trocknen Minerals wurden durch Chlorgas zerlegt.

Nach Entfernung des freien Chlors aus der, die flüchtigen Chloride enthaltenden, Flüssigkeit wurde zunächst die geringe Menge freien Schwefels auf einem gewogenen Filtrum gesammelt und aus der Flüssigkeit die Schwefelsäure durch eine Auflösung von Chlorbaryum ausgeschieden; auch wurde der erhaltene schwefelsaure Baryt nach dem Trocknen und Glühen nochmals mit Chlorwasserstoffsäure behandelt und abermals\* geglüht. Aus dem Gewicht des schwefelsauren Baryts und des freien Schwefels ergab sich für das Mineral ein Gehalt von 32,180 Proc. Schwefel. Da dieser Schwefelgehalt ungewöhnlich hoch erschien, so wurde noch eine andere Menge des Minerals zur Controle auf ihren Gehalt an Schwefel untersucht und zwar durch Behandlung mit Salpetersäure und chloresaurem Kali in der



Wärme, und Ausfällung der gebildeten Schwefelsäure und Chlorbaryum etc. Dabei stellte sich ein Gehalt von 32,265 Procent Schwefel heraus, so dafs also in dem Minerale durchschnittlich 32,222 Procent Schwefel angenommen werden können.

Nachdem der zur Auflösung der flüchtigen Chloride im geringen Ueberschufs zugesetzte Baryt durch verdünnte Schwefelsäure entfernt worden war, wurden Arsen und Antimon durch Schwefelwasserstoffgas ausgeschieden. Die gefällten Schwefelmetalle wurden, nach Ausscheidung der noch aufgelösten Theile in der Wärme, auf einem gewogenen Filtrum gesammelt, vollständig ausgewaschen und anfangs bei niedriger, später aber bei einer Temperatur von 120° C. getrocknet. Nach erfolgter Gewichtsbestimmung wurde ein Theil dieser Schwefelmetalle auf ihren Gehalt an Schwefel wie gewöhnlich, und ein anderer auf den Gehalt an Antimon durch Behandlung mit Wasserstoffgas in einer Kugelhöhre untersucht, wobei sich ergab, dafs das Mineral 17,599 Proc. Arsen und 1,633 Proc. Antimon hält.

Die von den Schwefelmetallen des Arsens und Antimons abfiltrirte Flüssigkeit wurde durch langsames Abdampfen bedeutend vermindert und einstweilen bei Seite gestellt.

Die bei der Behandlung des Minerals mit Chlorgas in der Kugelhöhre zurückgebliebenen, nicht flüchtigen Chlorometalle wurden in Wasser gelöst, dem ein wenig Chlorwasserstoffsäure zugesetzt worden war. Aus dieser Auflösung, welche sich, bis an Spuren von Chlorsilber, frei von unauflöslichen Theilen zeigte, wurde das Kupfer durch Schwefelwasserstoffgas als Schwefelkupfer ausgefällt. Zur Ueberzeugung, ob dasselbe vollkommen frei von Blei sey, wurde seine Auflösung, nach Zusatz von Schwefelsäure, zur Trockniß abgedampft. Da sich hierauf die trockne Salzmasse aber vollständig in Wasser auflöste, woraus hervorging, dafs ein Gehalt an Blei nicht vorhanden war, so wurde das in Auflösung befindliche Kupfer durch eine Auf-

lösung von Aetzkali ausgefällt. Aus dem Gewicht des ge-  
glühten Oxydes wurde der Betrag an metallischen Kupfer  
berechnet und derselbe zu 47,205 Proc. gefunden.

Die vom Schwefelkupfer abfiltrirte Flüssigkeit wurde  
so lange erwärmt, bis der Geruch nach Schwefelwasser-  
stoffgas verschwunden war; hierauf wurde sie, nachdem  
auch die sich ausgeschiedenen Schwefeltheilchen durch Fil-  
tration entfernt waren, mit der zur Seite gestellten Flüs-  
sigkeit, aus welcher die flüchtigen Chloride geschieden wor-  
den waren, vereinigt und ziemlich weit abgedampft. Die  
saure Flüssigkeit, welche auch Weinsteinsäure enthielt,  
wurde mit Ammoniak im geringen Ueberschuss, und hier-  
auf mit Ammoniumsulfhydrat versetzt; es entstand ein Nie-  
derschlag von Schwefeleisen mit Schwefelzink, welcher auf  
bekannte Weise zerlegt, 0,565 Proc. Eisen und 0,228 Proc.  
Zink lieferte.

Eine besondere Probe auf Silber vor dem Löthrohre  
wies auch noch einen Gehalt von 0,017 Proc. Silber nach.

Das Mineral besteht demnach in 100 Gewichtsthei-  
len aus:

Schwefel	32,222	Theilen
• Arsen	17,599	„
Antimon	1,613	„
Kupfer	47,205	„
Eisen	0,565	„
Zink	0,228	„
Silber	0,017	„
	<hr/> 99,449.	

Diese Bestandtheile beweisen, dass der Enargit hauptsäch-  
lich aus einer Verbindung von Schwefelkupfer und Schwe-  
felarsen besteht, dass aber ein Theil des Kupfers durch  
Eisen, Zink und Silber, und ein Theil des Arsens durch  
Antimon ersetzt ist.

Sucht man durch Berechnung auf, wie sich die Anzahl  
der Atome von den aufgefundenen Bestandtheilen, mit  
Ausschluss der höchst geringen Menge von Silber, zu ein-  
ander verhalten, so findet man folgendes Verhältniss:

S	As	Sb	Cu	Fe	Zn
1605 : 185 : 10			1193 : 16 : 5, oder		
1605 :	197 :		1214, oder sehr nahe		
8 :	1 :		6.		

Nimmt man an, daß das Kupfer als Schwefelkupfer mit Dreifach-Schwefelarsen verbunden sey, wie dies z. B. beim Tennantit der Fall ist, welchem Mineral der Enargit in Bezug auf seine Bestandtheile am nächsten steht, so stellt sich, wenn man die geringen Mengen von Antimon, Eisen und Zink als substituierende Bestandtheile betrachtet, die Formel  $\overset{'''}{\text{Cu}}^8 \overset{'''}{\text{As}} + \overset{'''}{\text{Cu}}^2 \overset{'''}{\text{As}}$  heraus, welche voraussetzt, daß 8 Atome Einfach-Schwefelkupfer mit 1 Atome Dreifach-Schwefelarsen, und 2 Atome Halbschwefelkupfer mit 1 Atome Dreifach-Schwefelarsen verbunden seyen; allein eine solche Zusammensetzung ist wohl schwerlich anzunehmen.

Ganz anders gestaltet sich die Formel, wenn man annimmt, daß das Kupfer als Halbschwefelkupfer mit Fünffach-Schwefelarsen verbunden sey. Berücksichtigt man, mit Ausnahme der sehr geringen Menge von Silber, alle übrigen Bestandtheile des Minerals, so ergibt sich die Formel  $(\overset{'''}{\text{Cu}}, \overset{'''}{\text{Fe}}, \overset{'''}{\text{Zn}})^3 (\overset{'''}{\text{As}}, \overset{'''}{\text{Sb}})$ ; und betrachtet man die geringen Mengen von  $\overset{'''}{\text{Fe}}$ ,  $\overset{'''}{\text{Zn}}$  und  $\overset{'''}{\text{Sb}}$  als Stellvertreter der an den Hauptbestandtheilen fehlenden Mengen, so stellt sich die sehr einfache Formel  $\overset{'''}{\text{Cu}}^3 \overset{'''}{\text{As}}$  (in früherer Formulirung  $\overset{'''}{\text{Cu}}^3 \overset{'''}{\text{As}}$ ) heraus, welche andeutet, daß das Mineral als drittelsaures Fünffachschwefelarsen-Halbschwefelkupfer zu betrachten sey und folgende Zusammensetzung voraussetze:

Schwefel	8 Atome	=	1606,00	=	32,641
Arsen	1	„	=	940,08	= 19,106
Kupfer	6	„	=	2374,14	= 48,253
			4920,22	100.	

Da nun bisjetzt, außer dem Xanthokon, weiter kein Mineral bekannt gewesen ist, in welchem eine Verbindung eines basischen Schwefelmetalles mit Fünffach-Schwefelarsen

hätte angenommen werden können, indem die andern wenigen natürlich vorkommenden Schwefelarsenmetalle aus Verbindungen von basischen Schwefelmetallen und Dreifach-Schwefelarsen bestehen, auch da, wo Schwefelkupfer als basisches Schwefelmetall auftritt, sich dasselbe ebenfalls nur als Halb-Schwefelkupfer in der Verbindung befindet, so dürfte der Enargit einen Beweis liefern, daß in der Natur nicht nur Fünffach-Schwefelarsenmetalle überhaupt vorkommen können, sondern daß auch das Halb-Schwefelkupfer geneigt sey, sich mit Fünffach-Schwefelarsen zu einem Schwefelsalz zu verbinden, worüber bis jetzt noch zu wenig Erfahrungen gemacht worden sind.

---

### VIII. *Carminspath, ein neues Mineral aus der Ordnung der Arseniate; von F. Sandberger.*

---

Seit längerer Zeit war mir an Stücken des Würfelerz- (Beudantit-) Vorkommens von Horhausen im Sayn'schen ein rothes Mineral aufgefallen, ohne daß ich aber wegen der außerordentlich geringen Mengen, die mir davon zu Gebote standen, genauere Untersuchungen damit hätte vornehmen können. Endlich fand ich es in dem meiner Leitung anvertrauten naturhistorischen Museum zu Wiesbaden an zwei, früher von Hrn. Erbreich erkauften Stufen in hinreichender Quantität, um dessen Hauptcharakter festzustellen, welche ich hier mittheile.

*Krystallform* nicht deutlich erkennbar, wahrscheinlich rhombisch. Feine Nadeln zu Büscheln vereinigt, traubige und kugelige Aggregate von strahliger Textur.

*Blätterdurchgang* anscheinend parallel den Flächen einer rhombischen Säule.

*Glasglanz* auf den Spaltungsflächen in Perlmutterglanz übergehend. Stark durchscheinend.

**Farbe** carminroth ins Ziegelrothe, Pulver röthlichgelb. Spröde. Härte zwischen Steinsalz und Kalkspath, 2,5.

Vor dem Löthrohre auf Kohle für sich unter starker Entwicklung von Arsenikdämpfen sehr leicht zu einer stahlgrauen Schlacke schmelzend. Mit Soda erhält man Bleikörner, die Boraxperle zeigt starke Färbung durch Eisen. Im Kölbchen über der Spirituslampe geglüht, veränderte sich die Substanz selbst im stärksten Feuer nicht.

In concentrirter Salzsäure beim Erwärmen sehr leicht löslich zu einer goldgelben Flüssigkeit, in welcher Goldchlorid keine Abscheidung von metallischem Golde bewirkt; in Salpetersäure löslich. Durch Aetzkalilösung wird Arseniksäure ausgezogen.

Da sich andere Bestandtheile weder vor dem Löthrohre, noch auf nassem Wege ermitteln ließen, so besteht das Mineral aus wasserfreiem arseniksaurem Bleioxyd-Eisenoxyd, über deren quantitatives Verhältniß eine Analyse entscheiden wird, wenn sich dazu hinreichendes Material findet.

Das Mineral sitzt auf Quarz, Brauneisenstein oder Würfelerz auf und wird begleitet von nadel- und haarförmigem Pyrolusit, wasserhellem arseniksaurem Bleioxyd und einer gelben erdigen Substanz, welche noch näherer Untersuchung bedarf.

Von dem arseniksauren Bleioxyd, welches ich zuerst in der Combination  $\propto D. D.$  auffand, habe ich an einem anderen Orte<sup>1)</sup> bereits Mittheilung gemacht. Seitdem ist mir auch die Form  $\propto D. D. 0D$  an demselben vorgekommen, und hinsichtlich seiner Entstehung sehr wahrscheinlich geworden, daß der metallglänzende Kern, welche die erwähnte gelbe Substanz zuweilen umhüllt, ein Geokronit-ähnliches Schwefelmetall seyn möge, welches den Blei- und Arsenikgehalt zur Bildung der hier vorkommenden Mineralien hergegeben haben würde.

1) Verhandlungen des naturhistorischen Vereins für die preussischen Rheinlande 1849. S. 60.

IX. *Untersuchung einiger Mineralien;*  
*von Dr. C. Bergemann.*

I. Ueber den Dechenit (vanadinsaures Bleloxyd).

**H**r. Dr. Krantz fand bei Nieder-Schlettenbach ein Mineral auf, welches in seinem Aeußeren schon sich wesentlich von allen bekannten unterscheidet. Es besitzt an einem vorliegenden ausgezeichneten Exemplare von krystallinischer Beschaffenheit, die meiste Aehnlichkeit mit dem sibirischen Rothbleierze. Bei den vorgenommenen Löthrohrversuchen gab sich die Gegenwart des Bleis auch zu erkennen, jedoch bei der späteren Untersuchung fand ich dieses mit Vanadinsäure allein verbunden. Für dieses neue Mineral erlaube ich mir den Namen Dechenit, nach dem um die Wissenschaft hochverdienten Berghauptmann von Dechen, in Vorschlag zu bringen. Ueber das Vorkommen des Erzes theilt Dr. Krantz folgende Angaben mit:

„Im Lauterthale in Rheinbaiern, 2 Stunden oberhalb der französischen Gränze (Weissenburg), bei Nieder-Schlettenbach, werden seit längerer Zeit schon Gruben betrieben, welche Lager, in hier sehr verbreitetem buntem Sandstein, von Braun- und Thoneisenstein für den Hüttenbetrieb in Schönau abbauen. In der Nähe davon und zwar auf der Höhe des etwa 500 Fufs ansteigenden rechten Ufers, entdeckte man im vorigen Jahren schmale Trümmer von Bleiglanz zu Tage ausgehend, die einen im Mittel 3 Fufs breiten Gang sparsam durchsetzten; der Gang selbst bestand zum größten Theile aus einer Breccie von Nebengestein, (buntem Sandstein), der Letten und Thon von röthlicher und weißlicher Farbe zum Bindemittel diente. Einzelne Theile des Sandsteins bekunden durch ihre spezifische Schwere, daß sie mehr oder weniger mit metallischen Theilen erfüllt sind; sie haben meist eine weißse Farbe und enthalten koh-

lensaures und phosphorsaures Blei. Auf dem Gang wurde bereits ein 3 Lachter tiefer Schacht abgeteuft und auf der halben Höhe des Thalgehänges ein gegenwärtig 30 Lachter herumgehender Stollen aufgefahnen, der aber noch 250 Lachter fortgeführt werden muß, wenn er den Schacht erreichen soll. Das Erz selbst ist keineswegs in der Menge vorhanden, daß die Kosten des Abbaues herauskommen möchten, wenngleich das Gestein so mürbe ist, daß 29 von den 30 Lachter mit der Hand gelöst werden konnten und Zimmererei und Mauerei noch nirgends nöthig wurde. Das Streichen des Ganges ist Stunde 6, sein Einfallen fast seiger. Auf dem gegenüber liegenden Ufer der Höhe des Erlebacher Berges ist derselbe Gang bis zu 2 Lachter aufgeschürft worden und hier fanden sich im röthlichen Letten, welcher die Bleierde haltenden Sandsteinparthien einschloß, die schmalen Trümmer der Dechenits, welche sich zuweilen zu kleinen Drusen erweitern, die aber selten einen Durchmesser von 1 bis 2" erreichen. Das Auftreten ist aber auch hier gleich dem ihm am nächsten stehenden Vorkommnissen bei Wanlockhead, Beresowsk und Zimapan so äußerst sparsam, daß ich im Juni 1850 den Fundort nur mit sehr geringer Ausbeute verließ.

Das Mineral bildet meistens kleine traubenförmige Anhäufungen von krystallinischer Beschaffenheit, die zu großen und dichten Massen innig vereinigt sind, und besitzt in diesem Falle eine meist reine, dunkelrothe Farbe. Es findet sich ferner in dünnen und oft gebogenen Lagen, gleichsam Schalen, oder auch förmliche Höhlungen und den Ueberzug verwitterter Massen bildend. In diesem Falle stellen die einzelnen Lagen eine innige Vereinigung kleiner, warzenförmiger Körper dar, die den Charakter einer Umsetzung schon an sich tragen. Einzelne Körnchen in diesem Vorkommen erinnern an das Vanadinblei von Zimapan, oder an die kleinen Kügelchen, in welchen ein ähnliches Mineral zu Wanlockhead als eine Seltenheit früher gefunden wurde. Einschlüsse von Grünbleierz oder anderen Erzen habe ich an den größeren krystallinischen Stücken nirgends



bemerken können; an den dünnen Lagen dagegen und in den Höhlungen zeigen sich durch die Lupe zuweilen gelblichgrüne Punkte, welche vielleicht auf ein Zersetzungsproduct deuten dürften. Bei einem schönen größeren Exemplar von durchweg homogener Beschaffenheit waren die traubenförmigen Gestalten so länglich, fast pyramidenförmig gezogen, daß sie bei oberflächlicher Betrachtung ausgebildeten Krystallen glichen, jedoch bei genauerer Untersuchung verschwanden diese und bildeten eine Anhäufung von krystallinischen Theilen, deren Oberfläche gleichsam wie angefressen erschien. Ein bestimmter Blätterdurchgang, der einem Rhomboëder zu entsprechen scheint, ist an größeren Stücken unverkennbar, jedoch eine nähere Bestimmung wage ich nicht auszusprechen, zweifle übrigens nicht, daß durch die Bemühungen des Hrn. Dr. Krantz meßbare Krystalle werden aufgefunden werden.

Die Farbe des Minerals ist bei den krystallinischen Stücken ein dunkles Roth, an den durch warzenförmige Körperchen gebildeten Lagen und in deren Höhlungen dagegen mehr gelblich; im Strich erscheint es immer gelblich. Die Gegenwart von Eisen hat auf die rothe Farbe des Minerals keinen Einfluss, denn dieselbe zeigt sich auch vollkommen gleichförmig im frischen Bruche; auch in den Auflösungen des reinen Dechenits war kein Eisen zu entdecken. Uebrigens ist das Mineral von einem sehr eisenschüssigen, dunkelrothen Thon ganz umgeben, der sich jedoch durch Behandlung mit Wasser vollständig entfernen läßt. Bei der rothen Farbe besitzt der Dechenit Durchscheinendheit und im frischen Bruche Fettglanz; das specifische Gewicht beträgt 5,81, die Härte ist die des Grünbleierzses oder kaum = 4.

Für sich in der Pincette erhitzt, schmilzt es leicht zu einem gelblichen Glase; ebenso verhält es sich beim Erhitzen in einer Glasröhre, ohne dabei Wasser oder einen Beschlag zu erkennen zu geben.

Vor dem Löthrobre auf der Kohle decrepitirt es nicht wie die bekannten Vanadinerze; es schmilzt leicht zur gelb-

lichgrünen Perle, indem sich Bleikörnchen und ein Beschlag unter den gewöhnlichen Erscheinungen absetzen. An mehreren Proben nahm ich dabei zuweilen einen nicht unbedeutenden Arsenikgeruch wahr; bei anderen dagegen fehlte er, so namentlich bei den reineren, durchscheinenderen Bruchstücken. Arsenikverbindungen sind daher wohl nicht als wesentliche Bestandtheile des Minerals zu betrachten, wenn dasselbe auch häufig von diesen begleitet wird. Phosphorsäure war weder durch das Löthrohr, noch in den Auflösungen, selbst bei Anwendung des molybdänsauren Ammoniaks, zu entdecken. Phosphorsalz und Borax zeigten bei dem Zusammenschmelzen nur die Erscheinungen, welche die Gegenwart der Vanadinsäure charakterisiren, die durch den reducirenden Theil der Flamme hervorgebrachten grünen Gläser werden durch den äußeren Theil gelb und bei der Benutzung von wenig Masse fast farblos. Soda liefert einen weissen Email, in dem sich Bleikörnchen zeigen.

In den mit Sorgfalt ausgewählten Bruchstücken sowohl der rothen, wie der gelblichrothen Modificationen des Minerals ergab die qualitative Analyse nur Bleioxyd und Vanadinsäure. Phosphorsäure fand ich durch molybdänsaures Ammoniak nur in einem kleinen Bruchstücke von gelber Farbe, worin zugleich viel Eisen- und Thonerde enthalten war; in den reineren Exemplaren war sie nicht vorhanden. Chlor zeigte sich nirgends in der geringsten Menge. Durch diese Zusammensetzung ist das Mineral ganz von der des Vanadinbleies von Zimapan, welches nach Berzelius <sup>1)</sup>  $Pb \ddot{V} Pb Cl + Pb$  darstellt, verschieden und ebenso dürften die Massen, welche Damour <sup>2)</sup> und Thomson <sup>3)</sup> untersucht haben, nur Gemenge dieser Verbindung von Chlorblei und vanadinsaurem Bleioxyd mit den anderen von

1) S. dessen Anwendung des Löthrohrs S. 225. — Hier beschreibt Berzelius das Verhalten eines vanadinsauren Bleioxyds von Metlock, über welches ich andere Mittheilungen nicht finden konnte, dessen Verhalten aber ganz von dem oben angegebenen abweicht.

2) *Ann. des Mines* 3<sup>ème</sup> Ser. XI. 161.

3) *Outlines of min.* I. 574; Schweigger's Journ. LXIII. 119.

ihnen aufgefundenen Stoffen, Kupferoxyd, Zinkoxyd u. s. w. seyn. Vielleicht stimmt dasselbe aber mit dem überein, welches G. Rose <sup>1)</sup> bei Gelegenheit der Beschreibung eines Vanadinerzes von Beresowsk erwähnt, in welchem Berzelius ein zweifach vanadinsaures Bleioxyd vermuthet. Wenn an dem sibirischen Erze Grünbleierz eine Umsetzung erlitten hat, so dürfte hier vielleicht Arsenikbleispath an der Bildung großen Antheil gehabt haben <sup>2)</sup>).

Der Dechenit wird von verdünnter Salpetersäure leicht gelöst; Chlorwasserstoffsäure zersetzt ihn unter Abscheidung von Chlorblei, indem die darüber stehende Flüssigkeit sich grün und bei Verdünnung mit Wasser sich bräunlich färbt. Schwefelsäure zerlegt ihn ebenfalls, indem sich schwefelsaures Bleioxyd abscheidet. Durch Kochen mit Kali wird er fast gar nicht angegriffen. Durch die quantitative Bestimmung des Bleis würde die Zusammensetzung des Minerals gegeben seyn, da es aber mein Wunsch war, in diesem neuen Erze die Menge der Säure nicht allein durch Rechnung zu finden, sondern dieselbe wirklich abzuscheiden, so versuchte ich das Blei aus der verdünnten salpetersauren Auflösung durch Schwefelammonium zu fällen und durch längeres Digeriren mit einem Ueberschuß von diesem die Vanadinsäure wieder aufzulösen. Ich fand jedoch, daß eine vollständige Trennung dadurch nicht möglich war, selbst wenn das Ausfällwasser stets mit einer größeren Menge des vollkommen gesättigten Schwefelammoniums versetzt wurde. Aus diesem Grunde zog ich es vor, aus einer salpetersauren Auflösung das Blei durch Schwefelsäure zu fällen, das Ganze längere Zeit zu digeriren, darauf Weingeist demselben beizugeben und nun zu filtriren. Das so erhaltene

1) Poggend. Ann. Bd. 29, S. 455.

2) Mit dem eisenschüssigen Thon, welcher das Mineral umgiebt, stellte ich ebenfalls einige Versuche an und fand darin die Hauptbestandtheile desselben gemengt mit ein wenig einer Arsenikverbindung, Bleioxyd und Vanadinsäure, offenbar Zersetzungsproducte dieses und anderer im Gange vorkommender Erze. Phosphorsäure enthielt der Thon ebenso wenig wie Chlorverbindungen.

schwefelsaure Bleioxyd war selbst nach starkem Erhitzen von blendendweißer Farbe und alle Versuche, welche mit ihm vorgenommen wurden, zeigten, daß es frei von Vanadinsäure war. Wird jedoch der Niederschlag nicht mit der, freie Schwefelsäure enthaltenden, Flüssigkeit anhaltend digerirt, so kann dadurch, wie Berzelius schon angiebt, die Vanadinsäure nicht vollständig von Blei und nicht einmal vom Baryt getrennt werden<sup>1)</sup>. Da nach der Angabe von Berzelius<sup>2)</sup> die Schwefelsäure vollständig von der Vanadinsäure durch Verflüchtigung zu trennen seyn soll, so glaubte ich durch Eindampfen sämtlicher nach der Trennung des schwefelsauren Bleioxydes erhaltenen Flüssigkeiten einen Rückstand zu bekommen, der, nach stärkerem Erhitzen, nur aus Vanadinsäure bestehen müsse, welche sich bei dem Eindampfen aus den durch die Einwirkung des Weingeistes entstandenen niederen Oxydationsstufen, nach Zusatz einiger Tropfen Salpetersäure, wieder gebildet hatte. Der so erhaltene Rückstand hatte auch bei zwei Versuchen ganz das Ansehen der reinen Säure, jedoch erhielt ich bei der Berechnung der Resultate der Analyse einen Ueberschuß. Bei der näheren Untersuchung der abgeschiedenen Vanadinsäure fand sich aber, daß dieselbe noch Schwefelsäure enthielt, welche also aus der von Berzelius beschriebenen Verbindung der beiden Säuren selbst durch Glühhitze nicht vollständig zu entfernen ist. Sie mußte daher durch ein wenig salpetersauren Baryt geschieden werden. Die Gewichtsmenge der Schwefelsäure in dem schwefelsauren Baryt wurde von der zuerst erhaltenen Vanadinsäure abgezogen, wodurch also die Menge der reinen Säure gegeben war. Um den überschüssig hinzugesetzten Baryt wieder zu trennen, wurde die concentrirte Flüssigkeit mit ein wenig Ammoniak und kohlensaurem Ammoniak versetzt und die sich abscheidenden wenigen Flocken von kohlensaurem Baryt abfiltrirt. Die Flüssigkeit wurde zur Trockne verdampft und die nach starkem

1) S. d. Ann. Bd. 22, S. 61.

2) Ebend. S. 18.

Erhitzen hinterbleibende Vanadinsäure durch das Gewicht bestimmt, wobei sich eine Uebereinstimmung mit dem durch Berechnung erhaltenen Resultat, nach Abzug der Gewichtsmenge der Schwefelsäure, fand.

Bei einer Analyse trennte ich die zurückgehaltenen Theile von Schwefelsäure in Verbindung von Vanadinsäure und jener dadurch, daß ich die Masse mit einigen Tropfen Ammoniak digerirte, wiederum eindampfte und stark erhitze, worauf nur Vanadinsäure hinterblieb <sup>1)</sup>

## I.

Das dunkelrothe, durchscheinende und krystallinische Mineral zeigte folgende Zusammensetzung:

## 1.

a. 1,005 Grm. Mineral lieferten 0,723 Grm. schwefelsaures Bleioxyd oder 0,538 Grm. Bleioxyd;

b. an Vanadinsäure 0,474 Grm.

## 2.

a. 1,772 Grm. Mineral lieferten 1,294 Grm. schwefelsaures Bleioxyd, enthaltend 0,9518 Grm. Bleioxyd;

b. an Vanadinsäure 0,816 Grm; oder

	1.	2.
Bleioxyd	52,915 Proc.	53,717 Proc.
Vanadinsäure	47,164 -	46,101 -
	100,079 Proc.	99,818 Proc.

1) Die Bestimmung der Vanadinsäure als solche schien mir, wenn die Erhitzung derselben mit Vorsicht vorgenommen wurde, ein genügenderes Resultat zu geben, als wenn die Menge der Säure, welche so leicht zu reduciren ist, aus der des Oxydhydrates bestimmt wurde. Bei einem Versuche, beim Glühen der Säure mit ein wenig Salmiak, erhielt ich einen aus Oxyd und Suboxyd bestehenden Rückstand. Derselbe bildet sich zuweilen auch wenn Vanadinsäure durch viel Oxalsäure, Zucker u. dgl. reducirt und die Auflösung mit einem Ueberschuss von reinen oder kohlensauren Alkalien behandelt wird. Beim Sieden färbt sich die braune Flüssigkeit zuweilen plötzlich durch Bildung eines Niederschlages schwarz, welcher ebenfalls ein solches Gemenge darstellt, und, abfiltrirt, ausgeseiht und getrocknet, einen halbmatalischen Glanz zeigt.

Nach diesen Resultaten würde das Sauerstoffverhältniß in Basis und Säure fast seyn wie 1:3, und der Berechnung nach ist die Zusammensetzung des Minerals:

1 At. Bleioxyd	1394,50 =	54,67
1 - Vanadinsäure	1155,84 =	45,33
	<hr/>	
	2550,34 =	100,00,

wonach es also ein neutrales vanadinsaures Bleioxyd  $\text{PbV}$  bilden würde.

## II.

Die Untersuchung der in kleinen warzenförmigen, zerfressenen Körnchen vorkommenden Abänderung des Minerals von mehr ins Gelbliche gehender Farbe gab folgendes Resultat:

a. 1,104 Grm. lieferten 0,757 Grm. schwefelsaures Bleioxyd oder 0,5583 Bleioxyd;

b. an Vanadinsäure 0,546 Grm. oder

Bleioxyd	50,57 Proc.
Vanadinsäure	49,27 -
	<hr/>
	99,84.

## II. Gelbbleierz aus der Grube Azulaques bei la Blanca (Zacatecas).

Ueber das Vorkommen dieses Bleierz, so wie der Bleiverbindung, welche Gegenstand der folgenden Untersuchung ist, finden sich vollständige Mittheilungen in Burkart's Reisen in Mexiko Bd. II. S. 167.

Das Material zur Analyse, welches ich der Güte des Hrn. Verfassers verdanke, bildet die dort beschriebenen, tafelförmigen, fast durchsichtigen Krystalle von lichtgelber Farbe mit so ausgezeichnetem Glanze.

Dieselben decrepitiren bei dem Erhitzen in einem Glasrohre stark, ohne zu schmelzen; vor dem Löthrohre auf der Kohle geben sie Bleikörner und Bleibeschlag; beim Zusammenschmelzen derselben mit Soda wurde kein grünes Glas gebildet, sondern nur Blei metallisch abgeschieden; auch Borax und Phosphorsalz zeigten das gewöhnliche Verhalten.

Die

Die qualitative Analyse zeigte in diesem Gelbbleierz nur die Gegenwart der Molybdänsäure und des Bleioxyds.

Das fein gepülverte Mineral wurde mit Salpetersäure und Wasser behandelt, wobei unter Auflösung des Bleioxyds neue Ausscheidung der Molybdänsäure mit Salpetersäure erfolgte. Das Ganze wurde darauf mit Ammoniak und Schwefelammonium im Ueberschuss versetzt und längere Zeit in einer wohlverschlossenen Flasche digerirt. Das entstandene Schwefelblei wurde abfiltrirt und weiter bestimmt und das Oxyd aus der Menge des erhaltenen schwefelsauren Salzes berechnet. Der Gehalt an Molybdänsäure wurde nicht direct ermittelt, sondern nur durch Rechnung gefunden. 2,0 Grm. Gelbbleierz gaben 1,696 Grm. schwefelsaures Bleioxyd oder 1,247 Grm. Oxyd. Die Menge der Molybdänsäure beträgt darnach 0,753 Grm. Die Zusammensetzung ist daher:

Bleioxyd 62,35 Proc.

Molybdänsäure 37,65

100,00.

Die Resultate dieser Analyse lieferten also eine Bestätigung für die Ansicht, daß das Gelbbleierz aus gleichen Atomen Basis und Säure besteht, indem diese Zahlen den durch Berechnung erhaltenen, bei dieser Annahme, nahe kommen.

### III. Arseniksaures Blei von demselben Fundorte.

Das untersuchte molybdänsaure Bleioxyd ist gleichsam von einem Netzwerk kleiner Krystallnadeln umschlossen, die ebenfalls eine reingelbe, fast mit der des Gelbbleierzes übereinkommende Farbe besitzen; nur fehlt ihnen Durchsichtigkeit und der eigenthümliche Glanz. Durch die Lupe betrachtet geben sich diese Nadeln als eine Anhäufung kleiner Säulen mit verschiedenen Endflächen bekleidet zu erkennen, durch welche dasselbe sich als ein Grünbleierz charakterisirt.

Vor dem Löthrohr auf der Kohle für sich oder mit Flufsmitteln behandelt, zeigten die Krystalle die bekannten Erscheinungen derjenigen Varietäten des Grünbleierzes,



welche neben der Phosphorsäure noch Arseniksäure enthalten. Nur erschien mir der Arsenikgeruch dabei von ungewöhnlicher Stärke.

Bei einer qualitativen Analyse zeigte sich aber, daß diese Masse außer dem Blei nur noch Arseniksäure und Chlor enthielt; sie stellte also den Arsenikbleispath im reinsten Zustande dar. Von Phosphorsäure, oft der Hauptbestandtheil des Minerals, und selbst in dem schönen Arsenikbleispath von Johann-Georgenstadt nicht fehlend, fand sich in den kleinen Krystallen der meisten Exemplare, welche ich zu prüfen Gelegenheit hatte, auch nicht eine Spur, während eine geringe Beimischung an anderen nur durch molybdänsaures Ammoniak nachzuweisen war.

Da hier eine so vollständige Vertretung der Phosphorsäure durch Arseniksäure stattfindet, so führte ich eine quantitative Analyse des Minerals mit den ausgewählten kleinen Krystallen aus. Das Mineral wurde durch verdünnte Salpetersäure gelöst und das Blei durch Schwefelsäure gefällt, mit Weingeist und Wasser ausgesüßt und als schwefelsaures Bleioxyd bestimmt. Das Chlor wurde aus der Auflösung eines anderen Theils des Minerals durch salpetersaures Silber als Chlorsilber gefällt.

Die Ermittlung der Arseniksäure geschah dadurch, daß anhaltend Schwefelwasserstoffgas in die vom Blei befreite Auflösung geleitet wurde. Von dem getrockneten und gewogenen Niederschlage wurde ein abgewogener Theil mit Salpetersäure digerirt, um die Menge des Schwefels in dem Niederschlage kennen zu lernen und die entstandene Schwefelsäure durch Barytsolution gefällt.

Die Menge an Arsensäure konnte nun, nachdem der Gehalt an Schwefel im Niederschlage bekannt war, nach diesen Resultaten und nach der Gewichtsmenge des zuerst erhaltenen Niederschlags berechnet werden.

0,736 Grm. Mineral gaben an Chlorsilber 0,0181 Grm.  
1,318 - - - - - Bleioxyd 0,978 -  
ferner Arseniksäure 0,303  
oder

Bleioxyd	74,961	Proc.
Arseniksäure	23,065	"
Chlor	2,445	"
	<u>100,471</u>	

oder, da dieses Grünbleierz  $\text{Pb. Cl} + 3\text{Pb}^{\text{As}}$  bildet, so würden die vorstehenden Resultate sich in folgender Weise vertheilen:

Blei	7,140	}	9,585
Chlor	2,445		
Bleioxyd	66,948	}	90,013.
Arseniksäure	23,065		
	<u>99,598.</u>		

#### X. Ueber die Anwendung der Kieselfluorwasserstoffsäure bei quantitativen Analysen; von *Heinr. Rose.*

Nachdem Berzelius zuerst das Kieselfluorkalium dargestellt und auf seine merkwürdigen Eigenschaften aufmerksam gemacht hatte <sup>1)</sup>, haben die Chemiker die schwere Auflöslichkeit dieses Salzes benutzt, um durch Kieselfluorwasserstoffsäure das Kali von manchen Säuren zu scheiden, und um diese im freien Zustand darzustellen. Man hat auf diese Weise die Chlorsäure, die Ueberchlorsäure, die Chromsäure und andere Säuren in den Auflösungen ihrer Kalisalze vom Kali getrennt. Bei quantitativen Analysen aber, um Kali vollständig abzuscheiden, hat man die Kieselfluorwasserstoffsäure noch nicht angewandt, weil das Kieselfluorkalium nur sehr schwer löslich aber nicht vollkommen unlöslich im Wasser ist. Berzelius selbst meint auch, daß es nie zur quantitativen Bestimmung des Kalis angewandt werden könne.

1) Pogg. Ann. Bd. 1, S. 188.

Das Kieselfluorkalium ist aber in einer Flüssigkeit ganz unlöslich, die mit Alkohol versetzt worden ist. Wenn man daher die Auflösung eines Kalisalzes mit einem Ueberschufs von Kieselfluorwasserstoffsäure versetzt, und ein der ganzen Flüssigkeit gleiches Volumen von starkem Alkohol hinzufügt, so wird alles Kali vollständig als Kieselfluorkalium gefällt, das mit starkem Alkohol ausgewaschen werden muß, der mit einem gleichen Volumen von Wasser verdünnt worden ist.

Hr. Weber erhielt auf diese Weise aus 1,548 Grm. geschmolzenen Chlorkaliums 2,307 Grm. Kieselfluorkalium, die auf einem gewogenen Filtrum bei 100° C. getrocknet worden waren. Die angewandte Menge des Chlorkaliums entspricht aber 2,293 Grm. Kieselfluorkalium. Die Kieselfluorwasserstoffsäure kann daher wohl mit gutem Erfolge zur quantitativen Bestimmung des Kalis angewandt werden.

Aber auch das Natron kann auf dieselbe Weise wie das Kali seiner Menge nach sehr gut bestimmt werden. Hr. Weber erhielt als er 2,038 Grm. Chlornatrium, in Wasser gelöst, mit Kieselfluorwasserstoffsäure versetzte, einen Niederschlag, der sich aber durch Hinzufügung von starkem Alkohol sehr vermehrte. Er wurde mit verdünntem Alkohol ausgewaschen, und auf einem gewogenen Filtrum bei 100° C. getrocknet. Er wog 3,2977 Grm. Das erhaltene Kieselfluornatrium enthält 0,809 Grm. Natrium; das angewandte Chlornatrium aber 0,808 Grm.

Berzelius hat die Unlöslichkeit des Kieselfluorbaryums benutzt, um die Baryterde von der Strontianerde durch Kieselfluorwasserstoffsäure qualitativ und quantitativ zu trennen <sup>1)</sup>. Diese Trennungsmethode ist allerdings wohl die beste von denen, welche wir kennen. Wenn man aber die Baryterde aus einer wässrigen Auflösung durch Kieselfluorwasserstoffsäure fällt, so erhält man einen Verlust, da auch das Kieselfluorbaryum nicht vollkommen unlöslich im Wasser ist. Schlägt man es aber aus einer weingeistigen Auflösung nieder, so ist das Resultat ein recht genaues.

1) Pogg. Annal. Bd. 1, S. 195.

Aus 1,820 Grm. Chlorbaryum, in Wasser gelöst, mit reinster Kieselfluorwasserstoffsäure gefällt, wurden von Hrn. Weber durch Hinzufügung von etwas verdünntem Alkohol 2,458 Grm. Kieselfluorbaryum erhalten, die bei 100° C. auf einem gewogenen Filtrum getrocknet worden waren. Diese entsprechen 1,344 Grm. Baryterde, die angewandte Menge des Chlorbaryums hingegen 1,340 Grm.

Während man bei der Fällung des Kieselfluorkaliums und des Kieselfluornatriums die wässrige Flüssigkeit mit einem gleichen Volumen von starkem Alkohol verdünnen muß, um diese Salze gänzlich zu fällen, braucht man zur Fällung des Kieselfluorbaryums eine geringere Menge von Alkohol.

Bei der Anwendung der Kieselfluorwasserstoffsäure zu quantitativen Untersuchungen ist ein Umstand zu erwähnen, der die größte Beachtung verdient. Man giebt in den Lehrbüchern der Chemie an, daß verdünnte Kieselfluorwasserstoffsäure das Glas in der Kälte nicht im mindesten angreife und daß dies erst durch Verdampfung derselben in Glasgefäßen geschähe <sup>1)</sup>. Dies ist indessen nicht richtig. Wenn eine sehr verdünnte Kieselfluorwasserstoffsäure lange Zeit in gläsernen Gefäßen aufbewahrt worden ist, so ist sie nicht rein, und obgleich die innere Fläche des Glases nicht angegriffen zu seyn scheint, so hat die Säure aus dem Glase etwas Alkali, Kalkerde und Eisenoxyd, wenn letzteres im Glase enthalten war, aufgenommen. Man findet in dieser Säure dann auch oft einen Absatz von alkalischen Kieselfluormetallen. Wendet man nun aber eine solche Säure zur Fällung der Alkalien und der Baryterde an, so werden durch den Weingeist zugleich auch die noch aufgelösten alkalischen Kieselfluormetalle gefällt, und man bekommt daher einen Ueberschuß im Resultate. Eine solche lange in Glasgefäßen aufbewahrte Kieselfluorwasserstoffsäure ist wohl noch zu manchen qualitativen Untersuchungen, namentlich zur leichten Unterscheidung der Strontianerde von der Baryterde anzuwenden.

1) Berz. Lehrb. d. Chem. 5. Aufl. Bd. 1, S. 811.

den, aber nicht zu quantitativen Bestimmungen, zu welchen man freilich sich zu jeder Analyse die Kieselfluorwasserstoffsäure frisch bereiten muß, wenn man nicht Gelegenheit hat, sie wenigstens einige Zeit hindurch in metallenen Gefäßen, namentlich in Gefäßen von Platin oder von Silber, aufzubewahren.

Als 1,157 Grm. Chlorbaryum in der wässrigen Auflösung durch eine Kieselfluorwasserstoffsäure gefällt wurden, die längere Zeit, vielleicht einige Jahre hindurch, in Glasgefäßen aufbewahrt worden war, wurden, bei Anwendung von Alkohol, 1,636 Grm. Kieselfluorbaryum erhalten. Diesen entsprechen 0,894 Grm. Baryterde, während das angewandte Chlorbaryum nur 0,851 Grm. Baryterde entspricht. Das erhaltene Kieselfluorbaryum enthielt aber noch die alkalischen Kieselfluormetalle, welche in der angewandten Kieselfluorwasserstoffsäure aufgelöst waren, und durch den angewandten Weingeist gefällt wurden.

Auch das Kieselfluorgas greift, wenn auch nur äußerst schwach, das Glas an. Wenn man daher Silicate, die Fluor enthalten, oder Gebirgsarten, in denen fluorhaltige phosphorsaure Salze, namentlich Apatit, neben Silicaten vorkommen, im gepulverten Zustand mit concentrirter Schwefelsäure zersetzt, so kann man, ungeachtet des großen Ueberschusses von Kieselsäure in der zersetzten Masse, durch die entweichenden Dämpfe eine geringe Aetzung auf Glas hervorbringen. Die Aetzung ist jedenfalls aber so schwach, daß Unerfahrene sie oft gar nicht bemerken, und sie auch nur beim Anhauchen des Glases sichtbar ist. Der Fluorkiesel wird schon durch eine geringe Menge von Feuchtigkeit zersetzt; beim gelinden Erhitzen entweicht daher aus der zersetzten Masse Fluorkiesel und später etwas Fluorwasserstoffgas, welches letztere die Aetzung bewirkt.

XI. *Ueber die Unhaltbarkeit der bisherigen Theorie der Newton'schen Farbenringe; von E. Wilde.*

Um besonders die Farben der gemischten Lamellen sorgfältiger beobachten zu können, habe ich mir ein Instrument anfertigen lassen, mit welchem ich die Durchmesser der Farbenringe bis auf Zehntausendtel eines Englischen Zolles genau zu messen, und bis auf Hunderttausendtel zu schätzen, die Annäherung der Gläser aber, zwischen denen die Ringe entstehen, bis auf Milliontel-Zoll zu bestimmen im Stande bin. Ich will dieß Instrument, welches demnach eine größere Genauigkeit in den Messungen gestattet, als sie selbst mit dem von Biot erfundenen und zu anderen Zwecken bestimmten Sphaerometer sich erreichen läßt, ein *Gyreidometer* nennen.

Schon vor einigen Jahren wurde von Jerichau<sup>1)</sup> in Schweden die erste zweckmäßigere, von ihm selbst *Gyreidoscop* genannte Vorrichtung zur Erzeugung der *Newton'schen Farbenringe* angegeben. Es lassen sich jedoch mit diesem Instrumente keine Messungen anstellen, und es hat daher das meinige eine andere Einrichtung erhalten müssen.

Bei der Beschreibung seines *Gyreidoscops* macht Jerichau die Bemerkung, daß er die bisherige Theorie der *Newton'schen Ringe* für unwahr halten müsse, weil seine eigenen Beobachtungen ihn belehrt hätten, daß bei sehr starkem Zusammenpressen der beiden Gläser der durch reflectirtes Licht entstehende Centralfleck nicht, wie *Newton* behaupte, dunkel, sondern daß er hell sey. Er versucht es auch, das Farbenbild, wie es sich wirklich zeigen soll, zu erklären, indem er es auf eine mehrmalige Ausbreitung der Farben innerhalb eines Kreises zurückführt; ich muß jedoch gestehn, daß ich mit seiner Erklärung keinen klaren Sinn verbinden kann.

Jene Bemerkung *Jerichau's* veranlaßte mich indess

1) Diese Ann. Bd. 54, S. 139.

zur eigenen sorgfältigeren Beobachtung der Newton'schen Ringe mit dem Gyreidometer, sobald ich dieß Instrument erhalten hatte; ich kann aber seine Behauptung, daß bei einem sehr starken Zusammenpressen der Gläser der Centralfleck hell werde, nicht als eine wahre bestätigen. Wenn ich im reflectirten homogenen Lichte die Gläser immer mehr und mehr einander näherte, so entstand zuerst ein dunkler Centralfleck am Gipfel der Convexlinse, der sich bei größerer Annäherung der Gläser in einen dunklen Kreis ausbreitete, dessen Inneres hell war, und aus dessen Mitte, wenn ich mit der Annäherung der Gläser fortfuhr, sich wieder ein dunkler Centralfleck entwickelte u. s. f., je nachdem nämlich der Gangunterschied der an der oberen und unteren Gränze der Luftlamelle reflectirten Strahlen eine ungerade oder gerade Anzahl von halben Wellenlängen betrug, bis endlich bei einem stärkeren Zusammenpressen der Gläser der Centralfleck dunkel wurde, ohne daß ich, sobald die Gläser gewaltsam noch mehr und bis zum Biegen des oberen planparallelen  $\frac{1}{4}$  Zoll dicken Glases an einander gedrückt wurden, einen hellen Gipfel aus diesem letzten dunklen Centralfleck, den ich deshalb den *constanten* nennen will, erhalten konnte. Er wurde nur um so größer, während die ihm zunächst sich zeigenden Ringe um so mehr von der kreisrunden Gestalt abwichen, je mehr ich mit dem Zusammenpressen der Gläser fortfuhr. Im Tageslichte wurde jedoch, wie sich von selbst versteht, der Wechsel zwischen Dunkel und Hell, der sich bei der Annäherung der Gläser im homogenen Lichte in der Mitte des Bildes zeigte, nicht wahrgenommen, sondern sie ging vielmehr, nachdem sie bei der Annäherung der Gläser die verschiedensten Farben entwickelt hatte, erst dann in den constanten dunklen Fleck über, wenn die Gläser mit stärkerem Drucke zusammengepreßt wurden. Während dabei im Tageslichte nur eine geringe Zahl von Ringen deutlich erkennbar war, zeigte sich im homogenen Lichte das Gesichtsfeld im Mikroskope mit mehreren hundert dunklen und hellen Curven erfüllt.



Ungeachtet ich also die Behauptung Jerichau's nicht als eine wahre bestätigen kann, so bin ich dennoch, seitdem ich sorgfältigere Beobachtungen dieser Gattung von Farben mit dem Gyreidometer angestellt habe, aus andern Gründen überzeugt, dafs die bisherigen Theorieen derselben, wie sie zuerst von Newton behauptet, und von Young, Fresnel, Poisson, J. Herschel, Airy und Anderen aus der Undulationstheorie abgeleitet sind, nicht überall wahr seyn können. Diese Gründe sind:

1. Ist es theoretisch unmöglich, dafs eine Umkehrung der Aetherschwingungen bei ihrer Reflexion an der unteren Gränze des einen Glases im Vergleiche mit der Richtung, die sie nach ihrer Reflexion an der oberen Gränze des andern haben, eintreten kann, wenn nicht noch eine Luftschicht zwischen den Gläsern vorhanden ist.

2. Wollte man auch, um die bisherigen Theorieen festhalten zu können, eine selbst gegen eine Wellenlänge sehr kleine Tiefe der Lamelle da annehmen, wo der constante dunkle Fleck im reflectirten Tages- oder homogenen Lichte sich zu zeigen anfängt, so bleibt doch derselbe Fleck und wird immer gröfser, wenn man mit dem Zusammenpressen der Gläser fortfährt, so dafs dann unmöglich noch Luft zwischen denselben vorhanden seyn kann. Da also die Voraussetzung einer unbestimmbar kleinen Tiefe der Lamelle an der Stelle des constanten Fleckes eine ganz gleichgültige ist, so kann auch des ersten Grundes wegen der Ursprung dieses Fleckes nicht in einer Interferenz der von den Gränzen der beiden Gläser reflectirten Strahlen gesucht werden, wie man diefs nichtsdestoweniger bisher gethan hat.

3. Im reflectirten *Tageslichte* erscheint der Centralfleck *tief schwarz*. Der Grund seines Entstehens kann also, wenn man auch da, wo er beobachtet wird, eine sehr dünne Luftschicht zwischen den Gläsern zugeben wollte, keinesweges in dem Principe der Interferenz gefunden werden, indem bekanntlich aus der Interferenz aller farbigen Strahlen, nachdem sie alle denselben Weg durchlaufen ha-

ben, ihrer verschiedenen Wellenlängen wegen nur eine mehr oder weniger helle Färbung resultirt. Da also der constante Fleck weder durch eine sehr dünne Luftschicht, noch in Folge des ersten Grundes für die Entfernung Null der Gläser durch Interferenz entstehen kann, so muß sein Ursprung in anderer Weise, als es bisher geschehen ist, erklärt werden.

4. Weil auch im *homogenen Lichte*, wenn die Entfernung der Gläser Null ist, und deshalb keine Umkehrung in den Aetherschwingungen eintreten kann, der Phasenzustand der von den beiden Gläsern an der Berührungsstelle reflectirten Strahlen übereinstimmend seyn muß, der Centralfleck also nicht dunkel erscheinen kann.

5. Weil es den bisherigen Theorien der Newton'schen Ringe an aller Analogie mit denen verwandter Farbenerscheinungen, wohin namentlich die Beugungsfiguren zu rechnen sind, mangelt.

*Aus allen diesen Gründen folgt also, daß die Mitte des Ringsystems, wenn die Entfernung der Gläser Null ist, im reflectirten Lichte nicht dunkel seyn kann, sondern daß sie vielmehr im Widerspruche mit den bisherigen Behauptungen hell seyn muß.*

Den kürzesten Beweis für das sogenannte *Young'sche Gesetz* finde ich nämlich in den Fresnel'schen Ausdrücken für die Oscillationsgeschwindigkeit eines reflectirten und nach der Einfallsebene polarisirten Strahles, und eines reflectirten und senkrecht gegen die Einfallsebene polarisirten, von denen die erstere (für den Strahl, in welchem die Aetherschwingungen senkrecht gegen die Einfallsebene und gegen die Richtung desselben sind) den Werth hat:

$$(1) \quad - \frac{\sin(i-r)}{\sin(i+r)},$$

und die andere (für den Strahl, in welchem die Aetherschwingungen parallel mit der Einfallsebene und senkrecht gegen die Richtung desselben geschehen) den Werth <sup>1)</sup>:

1) Diese Ann. Bd. 22, S. 90.

$$(2) \frac{\tan(i-r)}{\tan(i+r)}.$$

Im Glase an der oberen Gränze der Luftlamelle ist der Einfallswinkel  $i$  kleiner, als der Brechungswinkel  $r$  in der Luft, der Ausdruck (1) also positiv; an der unteren Gränze der Lamelle dagegen, wo das Licht *aus der Luft* in das untere Glas übergeht, und  $i$  gröfser ist, als  $r$ , wird derselbe Ausdruck negativ. Eben so hat der Ausdruck (2) an beiden Gränzen der Luftschicht ein entgegengesetztes Zeichen, indem er an der oberen Gränze negativ und an der unteren positiv wird. Mit einem veränderten Zeichen in der Oscillationsgeschwindigkeit ist aber jedesmal eine Umkehrung in den Schwingungsrichtungen des Aethers verbunden. Bei einem natürlichen (nicht polarisirten) Strahle, der im Betreff der Intensität als zusammengesetzt aus jenen beiden polarisirten angesehen werden kann, tritt daher bei der Reflexion an der unteren Gränze der Lamelle eine Umkehrung der Aetherschwingungen im Vergleiche mit ihrer Richtung nach der Reflexion an der oberen Gränze ein, welche Umkehrung für die Intensität des reflectirten Lichtes denselben Erfolg hat, als wäre der Gangunterschied der interferirenden Strahlen um eine halbe Wellenlänge (oder überhaupt um eine ungerade Anzahl von halben Wellenlängen) gröfser oder kleiner, als er wirklich ist, *dies jedoch nur unter der einzigen Bedingung, dafs sich noch eine Luftschicht zwischen den Gläsern befindet*. Wenn man also bisher auch da, wo die Entfernung der Gläser Null und keine Luft mehr zwischen denselben vorhanden seyn soll, dem Gangunterschiede eine halbe Wellenlänge zugelegt hat, so ist dies in offenbarem Widerspruche mit der Undulationstheorie geschehen.

Als den *einfachsten* Ausdruck für die Intensität des reflectirten Lichtes, wenn ich der Umkehrung der Schwingungen wegen den Gangunterschied der interferirenden homogenen Strahlen um eine halbe Wellenlänge  $\lambda$  (oder um eine ungerade Anzahl von halben Wellenlängen) gröfser oder kleiner nehme, als er wirklich ist, finde ich

$$(3) \quad J = 4\alpha \sin^2 2\pi \frac{d \cos r}{\lambda},$$

sobald  $\alpha$  die an der oberen oder unteren Gränze der Lamelle reflectirte Lichtmenge,  $d$  die Tiefe der Lamelle, und  $r$  den Brechungswinkel aus dem Glase in die Luft bedeutet. Für das durchgelassene Licht dagegen, für welches keine Umkehrung in den Schwingungen eintritt, ist dann die Intensität

$$(4) \quad J' = 1 - 4\alpha \sin^2 2\pi \frac{d \cos r}{\lambda},$$

so dafs beide Lichtstärken complementär sind, da ihre Summe die Intensität 1 des einfallenden Lichtes giebt.

Für das reflectirte Licht ergeben sich aus (3) die Maxima der Lichtstärke für

$$d = \frac{\lambda}{4 \cos r}, = \frac{3\lambda}{4 \cos r}, = \frac{5\lambda}{4 \cos r}, = \frac{7\lambda}{4 \cos r} \dots,$$

und die Minima der Lichtstärke für

$$d = 0, = \frac{2\lambda}{4 \cos r}, = \frac{4\lambda}{4 \cos r}, = \frac{6\lambda}{4 \cos r} \dots,$$

weil für die erste Reihe  $J = 4\alpha$ , und für die zweite  $J = 0$  wird. Für das durchgelassene Licht dagegen hat man aus (4):

$$\text{die Maxima für } d = 0, = \frac{2\lambda}{4 \cos r}, = \frac{4\lambda}{4 \cos r}, = \frac{6\lambda}{4 \cos r} \dots$$

$$\text{und die Minima für } d = \frac{\lambda}{4 \cos r}, = \frac{3\lambda}{4 \cos r}, = \frac{5\lambda}{4 \cos r}, = \frac{7\lambda}{4 \cos r} \dots,$$

weil für die erste Reihe  $J = 1$ , und für die zweite  $J = 1 - 4\alpha$  wird. Da sich nun die Durchmesser oder Halbmesser der Farbenringe wie die Quadratwurzeln aus den Tiefen der Lamelle verhalten, so haben im reflectirten Lichte die Durchmesser oder Halbmesser der Maxima das Verhältnifs  $\sqrt{1} : \sqrt{3} : \sqrt{5} \dots$ , und die der Minima das Verhältnifs  $\sqrt{0} : \sqrt{2} : \sqrt{4} \dots$ , im durchgelassenen dagegen die Durchmesser oder Halbmesser der Maxima das Verhältnifs  $\sqrt{0} : \sqrt{2} : \sqrt{4} \dots$ , und die der Minima das Verhältnifs  $\sqrt{1} : \sqrt{3} : \sqrt{5} \dots$

In dieser Weise gab Newton die Gesetze an, und in eben dieser Weise sind sie bisher aus der Undulations-

theorie abgeleitet worden. Sie stimmen aber, wie gesagt, mit eben dieser Theorie so wenig überein, daß dieselbe vielmehr eine Umkehrung dieser Gesetze für die Mitte des Ringsystems fordert.

Da die dem Centrum nächsten Ringe im reflectirten und homogenen Lichte schon unmittelbar vor dem Entstehen des constanten dunklen Fleckes, während die Mitte des Farbenbildes noch hell ist, ihre kreisrunde Gestalt zu verlieren und eine mehr elliptische anzunehmen anfangen, so kann es nicht bezweifelt werden, daß die Berührung der Gläser schon dann eingetreten und ihre Entfernung Null ist, wenn man sie bis zum Beginne einer Aenderung in der kreisförmigen Gestalt der dem Centrum nächsten Ringe genähert hat, weil diese Aenderung offenbar schon auf eine Pressung der Gläser hindeutet. Es muß dann aber auch der erste helle Ring sich ohne dunkle Unterbrechung an die helle Mitte des Bildes unmittelbar anschließen, weil der erste dunkle Ring erst da sich bilden kann, wo für  $\cos r = \cos 0^\circ = 1$  die Tiefe  $d$  der Lamelle  $= \frac{2\lambda}{4}$  ist, damit der Gangunterschied der interferirenden Strahlen (wegen des Hin- und Herganges des einen Strahles innerhalb der Lamelle und wegen der Umkehrung seiner Schwingungen)  $= 2 \frac{2\lambda}{4} + \frac{\lambda}{2} = \frac{3\lambda}{2}$  werden, und eine Vernichtung des Lichtes in sich selbst eintreten könne. Man hat daher, wenn diefs sich so verhält, im reflectirten Lichte

die Maxima für  $d=0$  und  $\frac{\lambda}{4 \cos r}, \frac{3\lambda}{4 \cos r}, \frac{5\lambda}{4 \cos r}, \frac{7\lambda}{4 \cos r} \dots$

und die Minima für  $d = \frac{2\lambda}{4 \cos r}, \frac{4\lambda}{4 \cos r}, \frac{6\lambda}{4 \cos r}, \frac{8\lambda}{4 \cos r} \dots$ ,

im durchgelassenen dagegen

die Maxima für  $d = \frac{2\lambda}{4 \cos r}, \frac{4\lambda}{4 \cos r}, \frac{6\lambda}{4 \cos r}, \frac{8\lambda}{4 \cos r} \dots$

u. d. Minima für  $d=0$  u.  $\frac{\lambda}{4 \cos r}, \frac{3\lambda}{4 \cos r}, \frac{5\lambda}{4 \cos r}, \frac{7\lambda}{4 \cos r} \dots$ ,

woraus folgt, daß im reflectirten Lichte die Halbmesser

der hellen Ringe das Verhältniß  $\sqrt{1}:\sqrt{3}:\sqrt{5}\dots$ , und die der dunklen das Verhältniß  $\sqrt{2}:\sqrt{4}:\sqrt{6}\dots$ , im durchgelassenen aber die Halbmesser der hellen Ringe das Verhältniß  $\sqrt{2}:\sqrt{4}:\sqrt{6}\dots$ , und die der dunklen das Verhältniß  $\sqrt{1}:\sqrt{3}:\sqrt{5}\dots$  haben müssen, während die Mitte des Bildes bis zur Tiefe  $d = \frac{2\lambda}{4}$  der Lamelle im Maximum des reflectirten und im Minimum des durchgelassenen Lichtes erscheint.

Dafs ich mich in diesen Behauptungen nicht täusche, dafür bürgen mir die Messungen, die ich mit dem Gyreidometer, in welches ein planparalleles und ein convexes Glas mit einem Halbmesser von 360 Zoll Engl. eingelegt waren, angestellt habe. Wenn ich im reflectirten Lichte bei heller Mitte des Farbenbildes die Gläser bis zum Beginne einer Aenderung in der kreisförmigen Gestalt der Ringe einander genähert hatte; so habe ich für ihre Halbmesser in dem homogenen Lichte <sup>1)</sup>, das man durch Alkohol und Chlornatrium erhält, für den Einfallswinkel (den Brechungswinkel  $r$  aus dem Glase in die Luft)  $= 39^\circ 41'$  als Mittel aus wiederholten Messungen, weil die Gränzen der Ringe nicht scharf sind, sondern die dunklen allmählig in die hellen übergehen, folgende Werthe erhalten:

Reflectirtes Licht.			
Halbmesser			
des ersten	zweiten	dritten	vierten hellen Ringes.
—	0,1244" Engl.	0,1602"	0,1900"
des ersten	zweiten	dritten	vierten dunklen Ringes.
0,1021" Engl.	0,1439"	0,1765"	0,2040".

Diese Werthe bedürfen aber noch beträchtlicher Correctionen, die deshalb nöthig werden, weil die Halbmesser der Ringe wegen der Brechung in dem oberen  $\frac{1}{4}$  Zoll dicken

- 1) Es ist dies Licht zwar nicht vollkommen homogen, sondern eine Mischung von Gelb und Violett, wie ich durch seine Zerlegung mit einem Prisma gefunden habe, so dafs man es eher orangefarben als gelb nennen muß; es ist aber doch homogen genug, um nur dunkle und gleichfarbige Ringe erscheinen zu lassen.

Glase kleiner erscheinen, als sie an der oberen Gränze der Luftlamelle wirklich sind. Den zur Berechnung dieser Correctionen erforderlichen mittleren Brechungsexponenten des oberen Glases habe ich nach der von Prechtl<sup>1)</sup> angegebenen Methode aus zehnmaligen Messungen bestimmt, und denselben = 1,516908 gefunden. Da überdies die mikroskopische Linse von der Mitte des Farbenbildes jedesmal 2,91 Englische Zoll entfernt war, so ergeben sich die Correctionen wie folgt:

#### Reflectirtes Licht.

Correctionen			
für den ersten	zweiten	dritten	vierten hellen Ring.
—	0,0070"	0,0091"	0,0106"
für den ersten	zweiten	dritten	vierten dunklen Ring.
0,0056"	0,0081"	0,0099"	0,0113".

Werden diese Correctionen den obigen Halbmessern zugelegt, und wird der Halbmesser des ersten hellen Ringes aus dem des zweiten nach dem Verhältnisse  $1:\sqrt{3}$  berechnet, so hat man endlich:

#### Reflectirtes Licht.

Halbmesser			
des ersten	zweiten	dritten	vierten hellen Ringes.
0,0758"	0,1314"	0,1693"	0,2006"
des ersten	zweiten	dritten	vierten dunklen Ringes.
0,1077"	0,1520"	0,1864"	0,2153",

welche Werthe so genau sind, dafs sie, mit den obigen Quadratwurzeln in Proportion gestellt, für die Producte der inneren und äufseren Glieder Decimalbrüche geben, die auf mindestens vier Stellen übereinstimmen. So soll sich z. B. für den ersten und dritten dunklen Ring  $0,1077^2:0,1864^2=0,01159:0,03474=2:6=1:3$  verhalten, wie diels auch der Fall ist, da sowohl das Product der äufseren, als auch das der inneren Glieder bis auf vier Stellen = 0,0347.

Die von der Undulationstheorie für das reflectirte Licht geforderten Gesetze werden also auch durch die Beobachtung

1) „Practische Dioptrik.“ Wien, 1828, S. 127.



bestätigt, ohne dass man nöthig hätte, die Gläser über ihre Berührungsstelle hinaus, bis der dunkle Centralfleck sich ausgebildet hat, zusammenzupressen, und eben dies ist es, was ich beweisen wollte.

Ein anderer Grund, der für die Wahrheit meiner Behauptungen bürgen kann, ist der, dass bei allen verwandten Farbenerscheinungen, in denen im homogenen Lichte ein Wechsel von Hell und Dunkel sich zeigt, und die Mitte hell ist, das erste Minimum dann erst eintritt, wenn der Gangunterschied der interferirenden Strahlen mindestens eine ganze Wellenlänge beträgt. So ist z. B. in dem Beugungsbilde einer schmalen Oeffnung in einem undurchsichtigen Schirme für den Gangunterschied Null die Mitte hell, und ihre Intensität  $= 1$ . Sie bleibt aber auch ohne dunkle Unterbrechung noch hell für den Gangunterschied einer halben Wellenlänge, indem dann ihre Intensität  $= 0,4053$  ist, und erst für den Gangunterschied einer ganzen Wellenlänge tritt das erste Minimum Null der Intensität ein <sup>1)</sup>. Den Newton'schen Ringen noch ähnlicher ist die Beugungsfigur einer kreisförmigen Oeffnung, für welche die Mitte gleichfalls hell ist, und der erste dunkle Ring sogar dann erst entstehen kann, wenn der Gangunterschied schon die Gröfse  $1,220\lambda$  erreicht hat <sup>2)</sup>. Deshalb kann hier überall der Gangunterschied für das erste auf die helle Mitte des Bildes folgende Maximum nicht durch Messung gefunden, sondern er mufs vielmehr aus den Intensitätsausdrücken berechnet werden, und eben deshalb habe auch ich den Halbmesser für das erste Maximum nicht durch Messung finden, sondern ihn nur aus dem Intensitätsausdrucke (3) berechnen können. Ungeachtet also in allen diesen verwandten Farbenerscheinungen bei heller Mitte das erste Minimum nicht für den Gangunterschied einer halben Wellenlänge eintritt, so hat man bisher doch angenommen, dass im durchgelassenen Lichte die Mitte des ganzen Farbenbildes hell, und

1) Diese Ann. Bd. 79, S. 206.

2) Ebendasselbst S. 224.

und nichtsdestoweniger der erste dunkle Ring schon da entstehen soll, wo die Tiefe der Lamelle eine Viertelwellenlänge, der Gangunterschied also eine halbe Wellenlänge beträgt, indem für das durchgelassene Licht keine Umkehrung in den Aetherschwingungen eintritt. Es fehlt also den bis jetzt behaupteten Theorien der Newton'schen Ringe an aller Analogie mit denen verwandter Farbenerscheinungen.

Der Grund des bisherigen Irrthums liegt offenbar darin, daß man im Vertrauen auf die Genauigkeit der Beobachtungen Newton's den lediglich für die Annahme einer Umkehrung der Aetherschwingungen gültigen Intensitätsausdruck (3) auch für den Fall angewandt hat, wenn die Gläser die Entfernung Null haben, und eine Umkehrung der Schwingungen nicht mehr möglich ist. Hierzu kommt noch, daß man die Tiefe Null der Lamelle niemals in die Proportionen gebracht hat, und bringen konnte, weil sonst das vierte Glied derselben unendlich groß werden würde, so daß es wohl erklärlich ist, wie ohne eine erneuerte Prüfung der Beobachtungen Newton's dieselben Fehler Jahrhunderte hindurch haben wiederholt werden können.

Was schließlic den Ursprung des Centralfleckes betrifft, der nur im Tageslichte schwarz, im homogenen Lichte aber des matten Hintergrundes wegen nicht dunkler erscheint, als es die durch Interferenz erzeugten Ringe sind: so stimme ich der Ansicht Jerichau's bei, *daß dieser Fleck durch durchgelassenes Licht in ähnlicher Weise entstehe*, wie die Stelle, an der man die Folie eines Spiegels abgenommen hat, im reflectirten Lichte gegen den hellen Spiegelhintergrund dunkel erscheint; ich stimme aber dieser Ansicht nicht als einer wahrscheinlichen Vermuthung bei, sondern als einer unläugbaren Wahrheit. Meine Gründe sind diese:

1. Es sey (Fig. 4. Taf. IV.) *DEC* ein gläsernes Prisma, die Stelle des Auges in *O*, und *GH* eine mit den Grundflächen parallele Linie, so wird eine Brechung oder Durchlassung der rothen Strahlen in *t* erst dann möglich, wenn

der Winkel  $OtG = 49^\circ 2'$ , der Einfallswinkel bei  $t$  also  $= 40^\circ 58'$ , und eine Durchlassung der violetten in  $q$  erst dann, wenn der Winkel  $OqG = 50^\circ 7'$ , der Einfallswinkel in  $q$  also  $= 39^\circ 53'$ . Bedeutet noch  $p$  die Stelle, von welcher an eine Durchlassung der mittleren Strahlen eintreten kann, so wird also zwischen  $t$  und  $BE$  keine Farbe an der Basis  $DB$  gebrochen, und es findet in diesem Theile derselben eine totale Reflexion des Lichtes Statt. Zwischen  $t$  und  $p$  werden rothe, orangefarbene und gelbe Strahlen durchgelassen. Im reflectirten Lichte sind diese Strahlen also in geringerer Menge, als bei der totalen Reflexion vorhanden, und deshalb ist das reflectirte Licht hier auch weniger intensiv. Zwischen  $p$  und  $q$  werden auch die übrigen Strahlen mit Ausnahme des Blau und Violett durchgelassen, und es ist hier eben deshalb die Intensität des reflectirten Lichtes noch geringer, während in der Gegend von  $q$  da, wo die blauen und violetten Strahlen noch nicht durchgelassen werden, jener *bläuliche Bogen*  $MN$  entsteht, auf den Newton zuerst aufmerksam gemacht, und den er zuerst erklärt hat <sup>1)</sup>. In dem Theile der Basis zwischen  $MN$  und  $AD$ , wo alle Farben gebrochen werden können, ist eben deshalb das reflectirte Licht ein sehr mattes.

Nachdem ich die Basis  $DB$  des Prisma auf den Gipfel einer sehr flachen Convexlinse gelegt hatte, preßte ich beide Gläser mit starkem Drucke an einander, und neigte das Auge so gegen die Basis, daß ich die Berührungsstelle der Gläser zwischen  $q$  und  $AD$  erblickte. Es zeigte sich dann eine ziemlich bedeutende Menge von Ringen, wie man sie in gleicher Zahl im Tageslichte nur durch zwei sehr flache Convexlinsen erhält, und der Centralfleck in tiefer Schwärze vollkommen ausgebildet. Ich neigte hierauf das Auge noch mehr, während beide Gläser in unveränderter Lage zusammengedrückt blieben, so daß ich ihre Berührungsstelle zwischen  $q$  und  $p$  erblickte, und es erschien der Centralfleck nun nicht mehr in jener tiefen Schwärze, sondern *im lebhaftesten Grün*. Er zeigte sich hierauf, wenn

1) *Opt. lib. I. pars 2. exper. 16.*

ich das Auge immer tiefer neigte, im lebhaftesten Gelb, Orange und zuletzt röthlich, bis endlich, wenn das Auge noch mehr gesenkt wurde, so daß die Berührungsstelle in die Gegend der totalen Reflexion fiel, jene tiefe Schwärze vollkommen wieder hergestellt wurde.

Der Versuch ist also entscheidend für die Behauptung, daß die Färbung des Centralfleckes vom durchgelassenen Lichte abhängt, und er beseitigt für immer die Möglichkeit der Annahme, daß sein Ursprung irgendwie in einer Interferenz gesucht werden könne. Die Farben, die durchgelassen werden, sind vollkommen homogene, und es müßte daher, wenn hier auch im entferntesten nur an eine Interferenz gedacht werden könnte, der Centralfleck in ungeänderter Schwärze erscheinen. So aber ist es nicht. Die Farben Grün, Gelb, Orange, in denen der Centralfleck sich zeigt, sind vielmehr so lebhaft und rein, wie man sie nur durch die besten Flintglasprismen erhalten kann, besonders wenn die Gläser auf ein schwarzes Papier gelegt werden, und ein Einfallen der Strahlen auf die Linse selbst vermieden ist, wie ich mich hiervon dadurch überzeugt habe, daß ich auf den von der Basis des Prisma nicht bedeckten und dem Lichte zugekehrten Theil der Linse, um alle Strahlen abzuhalten, die von unten her auf die Basis einfallen könnten, einen undurchsichtigen Schirm legte. Hat die Linse eine stärkere Convexität, so sind begreiflicherweise die Farben des Centralfleckes nicht gesondert genug.

Ungeachtet dieser Versuch jeden anderen Grund für die Wahrheit meiner Behauptungen überflüssig macht, so will ich nichtsdestoweniger noch einige andere Versuche anführen, die mir dieselben Resultate gegeben haben.

2. Auf die dem einfallenden Lichte zugekehrte Seite des Prisma legte ich ein schwarzes Papier, so daß die Beleuchtung nur durch die Linse von unten her möglich wurde. Prefste ich dann das Prisma und die Linse stärker an einander, so erschien die Berührungsstelle wie eine durch beide Gläser ununterbrochen durchgehende sehr helle Oeffnung, wenn ich durch die dem Zimmer zugekehrte Seitenfläche des

Prisma die sonst nur schwach erleuchtete Basis desselben betrachtete. Der Versuch berechtigt daher auch zu der Annahme eines ungehemmten Durchganges der Strahlen an der Berührungsstelle, wenn das Licht von oben her durch die unbedeckte Seitenfläche des Prisma einfällt.

3. Legte ich zwei zusammengepresste Linsen auf weißes Papier, so erschien die Schwärze des Centralfleckes weniger intensiv, als es geschah, wenn die Unterlage durch schwarzes oder auch nur dunkles Papier gebildet wurde, und es zeigte sich in jenem Falle der Centralfleck überhaupt nur in schräge reflectirtem Lichte. Bei kleineren Einfallswinkeln verschwand er völlig, und erschien, wenn ich das Auge vertical über der Berührungsstelle beider Gläser hielt, als ein weißer Kreis, während das Ringsystem auch dann noch sichtbar blieb. Entstände aber, wie man bisher angenommen hat, die Schwärze des Centralfleckes durch Interferenz, durch eine Vernichtung des Lichtes in sich selbst, so müßte der Fleck auch bei weißer Unterlage unter allen Incidenzen der Strahlen dunkel bleiben, und es könnte dann die Berührungsstelle durch das von dem Papiere ausgehende und durchgelassene Licht nicht weiß erscheinen, wie es in der That geschieht.

4. Nachdem ich die Gipfel zweier Convexlinsen durch eine sehr dünne Schicht von Kanada-Balsam mit einander vereinigt hatte, legte ich die Linsen auf eine schwarze oder auch nur dunkle Fläche, und erblickte dann die Stelle, an der sich der Balsam befand, bei allen Incidenzen der Strahlen in derselben tiefen Schwärze, in der sich der Centralfleck bei der Zusammenpressung der Gläser im Tageslichte zeigt. Legte ich aber die Linsen auf ein weißes Papier, so war auch hier, wie bei zusammengedrückten Gläsern, die Schwärze weniger intensiv, so wie denn auch hier der Fleck bei kleineren Einfallswinkeln verschwand. Obgleich die wirkliche Continuität der Gläser doch nur zum Theil durch den Balsam ersetzt wird, so entschieden nichtsdestoweniger auch alle sonstigen Versuche, die mit diesen Linsen angestellt wurden, aufs bestimmteste dafür, daß man

den Ursprung der Dunkelheit des Centralfleckes lediglich in dem an der Berührungsstelle der Gläser durchgelassenen Lichte zu suchen habe.

5. Bei dem ersten Versuche sieht man in der Gegend der totalen Reflexion an der Basis des Prisma den schwarzen Centralfleck nicht von Ringen umgeben. Ringe können nicht entstehen, weil da, wo man sie sehen müßte, keine Strahlen durchgelassen werden, die nach ihrer Reflexion von der Linse mit den von der Basis reflectirten interferiren könnten. Schwarz aber erscheint der Centralfleck, weil zwischen den Gläsern an ihrer Berührungsstelle keine Luft vorhanden ist, also auch keine totale Reflexion stattfinden kann, sondern das Licht hier durchgelassen wird. Denn wollte man auch an der Berührungsstelle eine Luftschicht annehmen, so müßte auch hier das Licht eine totale Reflexion erleiden, und der Centralfleck eben so silberhell wie der übrige Hintergrund erscheinen. Da also die Anwesenheit einer Luftlamelle an der Stelle des Centralfleckes nicht vorausgesetzt werden darf, so kann auch seine Schwärze — selbst abgesehen davon, daß aus der Interferenz heterogener Strahlen niemals Schwärze resultiren kann — nicht durch Interferenz entstehen, weil diese ohne eine Luftlamelle nicht möglich ist.

Wenn ich die vorstehenden, von den bisherigen abweichenden Behauptungen, die ich in einer längeren Abhandlung ausführlicher aus einander zu setzen gedenke, dem Urtheile der Sachverständigen hiermit übergebe, so habe ich dabei nur die Absicht, alle Lichtwirkungen, von welcher Art sie auch immer seyn mögen, in vollkommene Uebereinstimmung mit der Undulationstheorie gebracht zu sehen, damit die Harmonie unserer Gedanken mit der göttlichen Ordnung in der Natur wenigstens in der Optik nirgends vermisst werde.

## XII. *Ueber Sternschnuppenbeobachtungen;* *von J. F. J. Schmidt,*

Gehülfen an der Königl. Sternwarte zu Bonn.

**D**as Interesse, welches in neuerer Zeit die Sternschnuppen mehrfach erregt haben, veranlaßt mich zu einigen Bemerkungen, welche theils die aus correspondirenden Beobachtungen gefolgerten Resultate betreffen, theils sich auf verschiedene, weniger häufig untersuchte Eigenthümlichkeiten dieser Meteore beziehen. Wenn gleich ich weiß, daß die folgenden Mittheilungen schon Bekanntes wieder berühren, oder auf Verhältnisse aufmerksam machen, die anderweitig vielleicht schon angedeutet worden sind, so scheint es mir doch nicht unpassend, jetzt, da ich zu einem vorläufigen Abschluß in der Untersuchung über fast neunjährige eigene Beobachtungen gelangt bin, wenigstens einige der Resultate bekannt zu machen, welche aus der Anwendung der Bessel'schen Methode <sup>1)</sup> auf die Ermittlung der Entfernungen und senkrechten Höhen der Meteore hervorgegangen sind.

Die erste Veranlassung zur Theilnahme an correspondirenden Beobachtungen verdanke ich dem Hrn. Oberlehrer E. Heis in Aachen, der bereits im Herbste 1847 mich aufforderte, an bestimmten Abenden in Bonn nach Meteoren auszugehen, und in bekannter Weise die Zeiten des Erlöschens, so wie die Positionen des scheinbaren Anfangs- und Endpunktes zu notiren. Hr. Heis beobachtete zum Theil mit seinen Schülern in einem besonders für diesen Zweck eingerichteten Observatorium auf dem Aachener Schulgebäude. So lange die Einrichtungen in Aachen noch keine scharfen Zeitbestimmungen gestatteten, begnügte ich mich damit, hier in Bonn stets nur Bruchtheile der Minute, oder runde Sekunden für das Moment des Verschwindens anzugeben. Späterhin, als wir auch Längenunterschiede bestimm-

1) Astronom. Nachrichten No. 380 und 381.



men wollten, verfuhr ich mit der Genauigkeit, welche in den meisten Fällen bei diesen Erscheinungen zulässig erscheint. Bei der Verzeichnung der Meteorbahnen in die Sterncharte, welche stets gleich nach der Beobachtung geschah, bediente ich mich der neuen Uranometrie von Argelander. In Aachen wurden die Bahnen in der Regel gleich auf eine große Himmelskugel von 30 Zoll Durchmesser aufgetragen <sup>1)</sup>. Im Jahre 1848 hat die ungünstige Witterung im August und November die meisten Beobachtungen vereitelt; 1849 waren wir glücklicher; indessen ist zumal in Folge einer bedeutenden Erweiterung des Beobachtungsplanes das Material so angewachsen, daß sich die Berechnung bis jetzt nur auf einen Theil desselben hat erstrecken können. Theils auf mein Ersuchen, theils auf Veranlassung des Hrn. Heis wurden seit dem August 1849 in Hamburg, Bremen, Bilk, Eschweiler, Düren, Neukirchen bei Saarbrücken, Frankfurt a. M. und Bern zahlreiche Beobachtungen angestellt. Was ich hier über Entfernungen und Höhen der Meteore mittheilen werde, ist allein aus den correspondirenden Beobachtungen in Bonn und Aachen berechnet worden. Alles Uebrige wird in der Folge erledigt werden.

Die Berechnung nach Bessel's Methode nimmt, wenn man sich mit der Anwendung derselben nicht sehr viel beschäftigt, immer eine ansehnliche Zeit in Anspruch. Aber sie hat, was nicht für gering zu achten ist, den Vortheil, daß sie Kriterien enthält, welche ein Urtheil über die Sicherheit der an entfernten Orten gemachten Beobachtungen gestatten. Sie lehrt außerdem mögliche äußerste Grenzen finden, zwischen welchen das jedesmal erlangte Resultat unsicher seyn kann, wenn man den Einfluß eines Beobachtungsfehlers  $\varepsilon$  auf das eine oder andere Bestimmungsstück der Meteorbahn untersucht. Wenn man nicht übersieht, wie sehr die Factoren von  $\varepsilon$  von der Lage der Meteorbahn gegen die Standlinie abhängen, so wird man aus der oft enormen Größe derselben nicht auf große Beobachtungs-

1) E. Heis, Die periodischen Sternschnuppen u. s. w. Cölln 1849.

fehler schliessen wollen. Diese verrathen sich in den Quantitäten, welche Bessel mit  $f$  bezeichnet, und welche an die beobachteten Oerter anzubringen sind, damit den Bedingungen der Gleichzeitigkeit und somit der Identität Genüge geleistet werde. Es kann im ungünstigsten Falle die Rechnung den Einfluss von  $s = \pm \infty$  angeben, während sich die Beobachtungen aus der Kleinheit von  $f$  als sehr genau herausstellen, und es leuchtet ein, wie wichtig es zumal für solche Fälle sey, ein und dasselbe Meteor von drei Punkten der Erde aus zu beobachten, die genügend weit von einander entfernt liegen.

In dem folgenden Verzeichnisse werde ich die einzelnen Bestimmungsstücke so weit mittheilen, als sie zur näheren Beurtheilung des Resultats erforderlich zu seyn scheinen. Die vorangehende Untersuchung über die Identität je zweier Beobachtungen, die in Rücksicht auf die zutreffende Zeitdifferenz so sehr oft nur eine scheinbare ist, hat Hr. Heis sehr sorgfältig nach seiner Methode über die gemeinschaftlichen Durchschnittspunkte, geführt. Ich selbst habe nur die Beobachtungen der Rechnung unterworfen, welche Heis als entschieden identisch nachweisen konnte. Indem ich überall die von Bessel eingeführte Bezeichnungen beibehalte, bemerke ich zunächst, dass für die gegenseitige Lage der Bonner Sternwarte und des Observatoriums in Aachen Folgendes angenommen wurde:

Polhöhe von Bonn	. . .	(O) = 50° 43' 46"
" " Aachen	. . .	(O') = 50 46 34
Meridian-Differenz	. . .	O — O' = 1 1 28
$\varphi = 50^\circ 32' 29''$		$\varphi' = 50^\circ 33' 17''$
$A - \mu = 266^\circ 18',4$		$D = + 2^\circ 35',7$
$\log R = 0,98947$		$R = 9,76$ Meilen.

$H$  und  $H'$  sind die senkrechten Anfangs- und Endhöhen der Meteore.

Bei den Beobachtungen in Bonn werde ich jedesmal die No. meines Verzeichnisses beifügen.

## 1. 1448. Juli 29. No. 2873.

Bonn  $11^h 0' 0''$  Anf.  $273^\circ 30' - 3^\circ$  Ende  $= 245^\circ 30' + 3^\circ$ 

Aach. 10 56 „ 283 „ 4 „ 273 „ 5

$$A = 198^\circ 59',9 \quad f = -0^\circ 13' \quad f' = -2^\circ 36'$$

$$s = 74^\circ 40',6 \quad p = 93^\circ 49',6 \quad r = 45,70 \text{ Meil.}$$

$$s' = 46 \quad 51,8 \quad p' = 89 \quad 41,4 \quad r' = 10,00 \quad "$$

$$\sigma = 84 \quad 12,0 \quad \pi = 94 \quad 17,3 \quad \varrho = 44,14 \quad "$$

$$\sigma' = 74 \quad 18,7 \quad \pi' = 95 \quad 55,9 \quad \varrho' = 7,86 \quad "$$

$$H = 25^m,88 \pm 38,88 \text{ s.} \quad H' = 4^m,19 \pm 2,56 \text{ s.}$$

Ein sehr großes prachtvolles Meteor, welches mit strahlendem grünem Lichte den Himmel erhellte und lautlos zerplatzte. Schweiffigur kaum kenntlich. Zeitdauer zwischen  $2''$  und  $3''$ .

## 2. 1849. Juli 28. No. 3291.

Bonn  $11^h 12' 19''$  A.  $= 267^\circ 30' + 28^\circ 12'$  E.  $= 255^\circ + 16^\circ 30'$ Aach. A.  $= 296 \quad + 18$  E.  $= 284 \quad + 14$ 

$$A = 200^\circ 51',4 \quad f = -5^\circ 22' \quad f' = -2^\circ 4'$$

$$s = 68^\circ 16',0 \quad p = 60^\circ 35',0 \quad r = 9,67 \text{ Meil.}$$

$$s' = 54^\circ 59',0 \quad p' = 71 \quad 37',0 \quad r' = 15,26 \quad "$$

$$\sigma = 54^\circ \quad 5,0 \quad \pi = 71 \quad 44,4 \quad \varrho = 10,90 \quad "$$

$$\sigma' = 82 \quad 43,5 \quad \pi' = 76 \quad 12,6 \quad \varrho' = 12,54 \quad "$$

$$H = 9^m,20 \pm 2,61 \text{ s.} \quad H' = 10^m,00 \pm 1,24 \text{ s.}$$

Meteor der ersten Größe, geschweift, gelb. Dauer  $= 0'',5$ .

## 3. 1849. Juli 28. No. 3293.

Bonn  $11^h 23' 45''$  A.  $= 237^\circ 30' + 22^\circ$  E.  $= 211^\circ + 24^\circ 30'$ Aach. A.  $= 254 \quad + 28$  E.  $= 222 \quad + 30$ 

$$A = 203^\circ 43',6 \quad f = -0^\circ 4' \quad f' = -2^\circ 59'$$

$$s = 38^\circ \quad 6',0 \quad p = 56^\circ 38',2 \quad r = 28^m,97 \text{ Meil.}$$

$$s' = 23 \quad 0,0 \quad p' = 17 \quad 7,9 \quad r' = 53 \quad ,29 \quad "$$

$$\sigma = 54 \quad 11,5 \quad \pi = 56 \quad 51,1 \quad \varrho = 22 \quad ,15 \quad "$$

$$\sigma' = 32 \quad 24,9 \quad \pi' = 30 \quad 25,4 \quad \varrho' = 44 \quad ,50 \quad "$$

$$H = 17^m,28 \pm 3,43 \text{ s.} \quad H' = 24^m,60 \pm 12,62 \text{ s.}$$

Grünes und geschweiftes Meteor der ersten Größe. Dauer  $= 2''$ .

## 4. 1849. Aug. 11. No. 3343.

Bonn  $9^h 40' 47''$  A.  $= 310^\circ + 17'$  E.  $= 300^\circ - 1'$ Aachen A.  $= 318 + 16$  E.  $= 317 - 3$ 

$$A = 191^\circ 42',9 \quad f = +2^\circ 44' \quad f' = -0^\circ 43'$$

$$s = 116^\circ 58',3 \quad p = 75^\circ 7',6 \quad r = 60,04 \text{ Meil.}$$

$$s' = 108 \quad 18,7 \quad p' = 90 \quad 11,7 \quad r' = 27,10 \quad "$$

$$\sigma = 123 \quad 46,4 \quad \pi = 68 \quad 45,7 \quad \varrho = 65,05 \quad "$$

$$\sigma' = 125 \quad 21,1 \quad \pi' = 91 \quad 50,3 \quad \varrho' = 31,56 \quad "$$

$$H = 44^m,51 \pm 12,98 \text{ s.} \quad H' = 16^m,56 \pm 2,30 \text{ s.}$$

Meteor der zweiten Gröfse, weifs. Dauer  $= 0'',6$ .

## 5. 1849. Aug. 11. No. 3362.

Bonn  $11^h 3' 49''$  A.  $321^\circ + 70^\circ$  E.  $302^\circ + 64^\circ$ Aachen A.  $358 + 57$  E.  $342 + 42$ 

$$A = 212^\circ 31',6 \quad f = -0^\circ 23' \quad f' = -6^\circ 29'$$

$$s = 93^\circ 46',0 \quad p = 18^\circ 58',3 \quad r = 25,65 \text{ Meil.}$$

$$s' = 87 \quad 25,5 \quad p' = 26 \quad 1,6 \quad r' = 18,99 \quad "$$

$$\sigma = 114 \quad 13,0 \quad \pi = 19 \quad 47,3 \quad \varrho = 28,04 \quad "$$

$$\sigma' = 116 \quad 12,5 \quad \pi' = 39 \quad 45,0 \quad \varrho' = 20,96 \quad "$$

$$H = 24^m,08 \pm 2,98 \text{ s.} \quad H' = 18^m,48 \pm 1,22 \text{ s.}$$

Meteor der zweiten Gröfse, geschweift, gelb. Dauer  $= 0'',75$ .

## 6. 1849. Aug. 20. No. 3421.

Bonn  $9^h 25' 0''$  A.  $= 215^\circ + 52^\circ 30'$  E.  $226^\circ + 40^\circ$ Aachen A.  $= 245 + 80$  E.  $280 + 62$ 

$$A = 196^\circ 37',6 \quad f = +2^\circ 51' \quad f' = +1^\circ 31'$$

$$s = 52^\circ 11',3 \quad p = 14^\circ 3',1 \quad r = 19,50 \text{ Meil.}$$

$$s' = 45 \quad 53,5 \quad p' = 31 \quad 32,8 \quad r' = 15,31 \quad "$$

$$\sigma = 80 \quad 48,0 \quad \pi = 7 \quad 33,3 \quad \varrho = 15,56 \quad "$$

$$\sigma' = 84 \quad 35,0 \quad \pi' = 27 \quad 55,9 \quad \varrho' = 11,86 \quad "$$

$$H = 13^m,99 \pm 0,93 \text{ s.} \quad H' = 10^m,90 \pm 0,60 \text{ s.}$$

Dritte Gröfse, weifs und geschweift, mit gekrümmter Bahn.

## 7. 1849. Sept. 27. No. 3445.

Bonn  $8^h 48' 0''$  A.  $= 251^\circ + 31^\circ 30'$  E.  $= 236^\circ + 30^\circ 30'$ Aachen A.  $= 270 + 44$  E.  $= 239 + 44$ 

$$A = 224^\circ 48',4 \quad f = +0^\circ 9' \quad f' = -3^\circ 31'$$

$$s = 38^{\circ} 0',5 \quad p = 37^{\circ} 41',1 \quad r = 8,32 \text{ Meil.}$$

$$s' = 29 \quad 51,0 \quad p' = 19 \quad 38,9 \quad r' = 6,42 \quad "$$

$$\sigma = 57 \quad 27,7 \quad \pi = 37 \quad 15,6 \quad \varrho = 6,04 \quad "$$

$$\sigma' = 51 \quad 15,5 \quad \pi' = 31 \quad 13,4 \quad \varrho' = 5,10 \quad "$$

$$H = 5^m,12 \pm 0,14 \text{ s.} \quad H' = 3^m,96 \pm 0,31 \text{ s.}$$

Rothgelbes geschweiftes Meteor der zweiten Gröfse.

8. 1849. October 22. No. 3463.

$$\text{Bonn } 10^h 10' 24". \quad A. = 235^{\circ} + 72^{\circ} \quad E. = 230^{\circ} 30' + 64^{\circ}$$

$$\text{Aachen} \quad A. = 175 + 74 \quad E. = 187 + 65$$

$$A = 285^{\circ} 6',1 \quad f = +0^{\circ} 26' \quad f' = +1^{\circ} 22'$$

$$s = 76^{\circ} 3',0 \quad p = 345^{\circ} 51',7 \quad r = 51,76 \text{ Meil.}$$

$$s' = 72 \quad 52,7 \quad p' = 338 \quad 2,6 \quad r' = 36,46 \quad "$$

$$\sigma = 92 \quad 55,8 \quad \pi = 344 \quad 58,7 \quad \varrho = 50,31 \quad "$$

$$\sigma' = 91 \quad 3,4 \quad \pi' = 335 \quad 15,7 \quad \varrho' = 34,86 \quad "$$

$$H = 30^m,94 \pm 6,43 \text{ s.} \quad H' = 17^m,36 \pm 2,28 \text{ s.}$$

Meteor der dritten Gröfse, weifs. Dauer = 1".

9. 1849. Nov. 11. No. 3555.

$$\text{Bonn } 7^h 9' 7" \quad A. 345^{\circ} + 49^{\circ} \quad E. = 310^{\circ} + 30^{\circ}$$

$$\text{Aachen} \quad A. 29 + 34 \quad E. = 0 + 28$$

$$A = 246^{\circ} 1',6 \quad f = +0^{\circ} 5' \quad f' = -0^{\circ} 21'$$

$$s = 93^{\circ} 54',0 \quad p = 40^{\circ} 30',4 \quad r = 13,02 \text{ Meil.}$$

$$s' = 66 \quad 16,6 \quad p' = 58 \quad 12,7 \quad r' = 13,03 \quad "$$

$$\sigma = 129 \quad 28,4 \quad \pi = 40 \quad 18,9 \quad \varrho = 16,80 \quad "$$

$$\sigma' = 109 \quad 41,3 \quad \pi' = 58 \quad 58,3 \quad \varrho' = 12,76 \quad "$$

$$H = 12^m,99 \pm 1,33 \text{ s.} \quad H' = 11^m,27 + 0,83 \text{ s.}$$

Schönes grünes Meteor der ersten Gröfse, schweiflos, wellenförmig geschlängelt.

10. 1849. Nov. 11. No. 3558.

$$\text{Bonn } 7^h 44' 28" \quad A. = 73^{\circ} + 57^{\circ} \quad E. = 101^{\circ} + 62^{\circ} 30'$$

$$\text{Aachen} \quad A. = 71 + 31 \quad E. = 86 + 44$$

$$A = 253^{\circ} 13',9 \quad f = -1^{\circ} 7' \quad f' = -0^{\circ} 25'$$

$$s = 120^{\circ} 24',4 \quad p = 0^{\circ} 8',8 \quad r = 12,25 \text{ Meil.}$$

$$s' = 111 \quad 35,6 \quad p' = 346 \quad 37,4 \quad r' = 54,12 \quad "$$

$\sigma = 146 \ 20,3 \ \pi = 3 \ 27,3 \ \varrho = 19,13 \text{ Meil.}$

$\sigma' = 132 \ 1,1 \ \pi' = 347 \ 38,7 \ \varrho' = 58,29 \text{ „}$

$H = 8^m,86 \pm 1,49 \ \varepsilon. \ H' = 28^m,64 \pm 19^m,38 \ \varepsilon.$

Zweiter Gröfse, gelb und geschweift. Dauer = 1".

11. 1849. Nov. 11. No. 3556.

Bonn  $7^h 23' 36''$  A.  $274^\circ + 32^\circ$  E.  $263^\circ + 26^\circ$

Aachen A.  $344 + 61$  E.  $274 + 35$

$A = 248^\circ 0',1 \ f = +3^\circ 5' \ f' = -0^\circ 54'$

$s = 38^\circ 14',3 \ p = 36^\circ 54',9 \ r = 26,48 \text{ Meil.}$

$s' = 27 \ 29,1 \ p' = 30 \ 16,1 \ r' = 7,64 \text{ „}$

$\sigma = 90 \ 37,9 \ \pi = 28 \ 49,7 \ \varrho = 19,76 \text{ „}$

$\sigma' = 40 \ 24,3 \ \pi' = 33 \ 38,3 \ \varrho' = 4,52 \text{ „}$

$H = 19^m,44 \pm 26,60 \ \varepsilon. \ H' = 3^m,01 \pm 0,30 \ \varepsilon.$

Meteor der vierten Gröfse, weifs. Dauer = 1".

12. 1849. Nov. 12. No. 3596.

Bonn  $6^h 52' 24''$  A.  $175^\circ + 49^\circ$  E.  $183^\circ + 45^\circ$

Aachen A.  $146 + 53$  E.  $161 + 43$

$A = 241^\circ 9',9 \ f = -1^\circ 3' \ f' = +3^\circ 44'$

$s = 72^\circ 35',7 \ p = 321^\circ 1',8 \ r = 184,5 \text{ Meil.}$

$s' = 66 \ 8,0 \ p' = 318 \ 56,0 \ r' = 44,1 \text{ „}$

$\sigma = 91 \ 1,8 \ \pi = 323 \ 10,1 \ \varrho = 181,8 \text{ „}$

$\sigma' = 72 \ 30,0 \ \pi' = 310 \ 55,3 \ \varrho' = 41,1 \text{ „}$

$H = 53^m,69 \pm 96^m,00 \ \varepsilon. \ H' = 7^m,84 \pm 3,15 \ \varepsilon.$

Meteor der zweiten Gröfse, gelb.

13. 1849. Nov. 12. No. 3600.

Bonn  $7^h 24' 44''$  A.  $= 200^\circ + 50^\circ$  E.  $= 212^\circ 30' + 36^\circ$

Aachen A.  $= 183^\circ + 55^\circ$  E.  $= 210 + 32^\circ$

$A = 249^\circ 16',4 \ f = -0^\circ 3' \ f' = +2^\circ 14'$

$s = 63^\circ 1',1 \ q = 326^\circ 52',1 \ r = 13,82 \text{ Meil.}$

$s' = 47 \ 37,3 \ p' = 319 \ 2,3 \ r' = 8,46 \text{ „}$

$\sigma = 74 \ 28,2 \ \pi = 326 \ 58,7 \ \varrho = 12,80 \text{ „}$

$\sigma' = 47 \ 9,9 \ \pi' = 312 \ 56,9 \ \varrho' = 7,45 \text{ „}$

$H = 3^m,80 \pm 0,46 \ \varepsilon. \ H' = 1^m,06 \pm 0,05 \ \varepsilon.$

Rothgelb, geschweift. Dauer = 1",5. Dasselbe Meteor wurde auch in Eschweiler beobachtet.

Verbindet man die dort erhaltenen Positionen mit der Bonner Beobachtung, so erhält man:

$$f = -0^{\circ} 47', \quad f' = +1^{\circ} 1'. \\ H = 2^m,57 \pm 0,26 \varepsilon. \quad H' = 0^m,83 \pm 0,03 \varepsilon.$$

14. 1849. Nov. 12. No. 3610.

Bonn  $9^h 3' 20''$   $A. = 266^{\circ} 30' + 37^{\circ} 30'$   $E. = 270^{\circ} + 30^{\circ}$

Aachen  $A. = 245 \quad + 67 \quad E. = 267 \quad + 47$

$$A = 273^{\circ} 59',5 \quad f = +0^{\circ} 34' \quad f' = -0^{\circ} 7' \\ s = 35^{\circ} 34',6 \quad p = 349^{\circ} 45',5 \quad r = 25,61 \text{ Meil.} \\ s' = 27 \quad 39,9 \quad p' = 352 \quad 32,4 \quad r' = 18,68 \text{ „} \\ \sigma = 67 \quad 28,6 \quad \pi = 348 \quad 10,1 \quad \varrho = 18,57 \text{ „} \\ \sigma' = 42 \quad 27,7 \quad \pi' = 352 \quad 56,2 \quad \varrho' = 11,01 \text{ „} \\ H = 9^m,90 \pm 3,86 \varepsilon. \quad H' = 6^m,06 \pm 1,38 \varepsilon.$$

Meteor der fünften Gröfse; nebelartig.

15. 1849. Nov. 12. No. 3629.

Bonn  $11^h 43' 4''$   $A. = 283^{\circ} + 51^{\circ} 30'$   $E. = 267^{\circ} + 48^{\circ} 18'$

Aachen  $A. = 258 \quad + 70 \quad E. = 247^{\circ} + 47$

$$A = 314^{\circ} 1',9 \quad f = -2^{\circ} 40' \quad f' = +3^{\circ} 20' \\ s = 55^{\circ} 21',8 \quad p = 337^{\circ} 2',6 \quad r = 12,44 \text{ Meil.} \\ s' = 60 \quad 53,1 \quad p' = 326 \quad 8,0 \quad r' = 13,09 \text{ „} \\ \sigma = 76 \quad 30,0 \quad \pi = 343 \quad 2,2 \quad \varrho = 10,58 \text{ „} \\ \sigma' = 72 \quad 36,1 \quad \pi' = 318 \quad 51,0 \quad \varrho' = 11,93 \text{ „} \\ H = 4^m,82 \pm 0,18 \varepsilon. \quad H' = 3^m,39 \pm 0,15 \varepsilon.$$

Zweiter Gröfse, rothgelb, geschweift. Dauer =  $1''5$ .

16. 1849. Nov. 12. No. 3635.

Bonn  $11^h 59' 57''$   $A. = 314^{\circ} + 28^{\circ}$   $E. = 316^{\circ} + 19^{\circ}$

Aachen  $A. = 309 \quad + 33 \quad E. = 306 \quad + 20$

$$A = 318^{\circ} 10',9 \quad f = +1^{\circ} 29' \quad f' = +4^{\circ} 7' \\ s = 25^{\circ} 43',0 \quad p = 351^{\circ} 27',8 \quad r = 5,13 \text{ Meil.} \\ s' = 16 \quad 32,7 \quad p' = 352 \quad 43,9 \quad r' = 6,11 \text{ „} \\ \sigma = 31 \quad 35,9 \quad \pi = 345 \quad 12,0 \quad \varrho = 5,60 \text{ „} \\ \sigma' = 21 \quad 2,4 \quad \pi' = 326 \quad 28,2 \quad \varrho' = 4,27 \text{ „} \\ H = 1^m,49 \pm 0,64 \varepsilon. \quad H' = 1^m,19 \pm 0,45 \varepsilon.$$

Meteor der vierten Gröfse, gelb und geschweift.



17. 1849. Nov. 12. No. 3636.

Bonn 12<sup>h</sup> 7' 39" A. = 290° + 53° E. = 297° 30' + 46°

Aachen A. = 232 + 73 E. = 296 + 53

$A = 320^{\circ} 11',0$   $f = -1^{\circ} 58'$   $f' = -1^{\circ} 22'$

$s = 56^{\circ} 13',8$   $p = 338^{\circ} 39',3$   $r = 2,38$  Meil.

$s' = 47^{\circ} 42',7$   $p' = 338^{\circ} 46',2$   $r' = 2,60$  „

$\sigma = 86^{\circ} 41',0$   $\pi = 342^{\circ} 59',5$   $\rho = 8,67$  „

$\sigma' = 54^{\circ} 13',0$   $\pi' = 342^{\circ} 18',6$   $\rho' = 8,24$  „

$H = 0^m,97 \pm 3,14$  ε.  $H' = 0^m,94 \pm 3,13$  ε.

Meteor der dritten Größe, weiß, geschweift.

18. 1849. Nov. 13. No. 3665.

Bonn 9<sup>h</sup> 23' 19" A. = 257° + 64° E. = 250° + 61°

Aachen A. = 179 + 78 E. = 182 + 69

$A = 279^{\circ} 59',2$   $f = +0^{\circ} 22'$   $f' = +2^{\circ} 20'$

$s = 63^{\circ} 38',8$   $p = 348^{\circ} 59',3$   $r = 22,37$  Meil.

$s' = 62^{\circ} 40',3$   $p' = 344^{\circ} 10',4$   $r' = 22,16$  „

$\sigma = 90^{\circ} 35',8$   $\pi = 348^{\circ} 13',3$   $\rho = 20,04$  „

$\sigma' = 91^{\circ} 56',2$   $\pi' = 339^{\circ} 12',7$   $\rho' = 19,69$  „

$H = 12^m,97 \pm 1,03$  ε.  $H' = 11^m,45 \pm 0,82$  ε.

Vierter Größe, weiß.

19. 1849. Nov. 19. No. 3684.

Bonn 7<sup>h</sup> 29' 44" A. = 215° + 61° 42' E. = 224° 42' + 59°

Aachen A. = 112 + 61 E. = 130 + 63

$A = 257^{\circ} 25',4$   $f = -1^{\circ} 28'$   $f' = +1^{\circ} 33'$

$s = 67^{\circ} 4',6$   $p = 339^{\circ} 41',0$   $r = 78,19$  Meil.

$s' = 61^{\circ} 51',2$   $p' = 341^{\circ} 35',8$   $r' = 58,70$  „

$\sigma = 111^{\circ} 3',0$   $\pi = 342^{\circ} 51',0$   $\rho = 74,94$  „

$\sigma' = 103^{\circ} 36',7$   $\pi' = 338^{\circ} 13',4$   $\rho' = 54,77$  „

$H = 39^m,02 \pm 29,15$  ε.  $H' = 29^m,09 \pm 15,82$  ε.

Ich gewahrte diese außerordentlich glanzvolle Erscheinung erst, als ich nach einer fast entgegengesetzten Stelle des Himmels blickend, durch die magisch grüne Erleuchtung des Himmels, und des im Süden von der Sternwarte hinziehenden Gebirgszuges, aufmerksam gemacht wurde. Als ich das Meteor erblickte, war es gerade am Erlöschen, und

liefs dunkelrothe Fragmente fahren. Aber die leuchtende, weisse, völlig gerade Schweiflinie, welche erst nach 13" erlosch, gab genau den durchlaufenen Weg an. Dieser Schweif, dessen Glanz anfangs dem der Sterne zweiter Gröfse glich, hatte an seinem Ende mindestens 5' im scheinbaren Durchmesser, was auf einen wahren von 1950 par. Fufs führt. Mit mir beobachtete das Meteor Hr. Stud. Thormann aus Bern, der, indem er seine eigene Beobachtung mit der von Heis in Aachen angestellten verband, folgende Resultate berechnete.

Beobachtungen von Thormann Nov. 19.

Bonn 7<sup>h</sup> 29' 44" A. 216° + 61° 42' E. 222° 30' + 58°

Beobachtungen von Heis Nov. 19.

Aachen A. 112° + 61° E. 130° + 63°

$A = 257^{\circ} 25,4$   $f = -1^{\circ} 46'$   $f' = -1^{\circ} 44'$

$s = 66^{\circ} 44,0$   $p = 340^{\circ} 2,1$   $r = 130,4$  Meil.

$s' = 61^{\circ} 48,4$   $p' = 339^{\circ} 26,4$   $r' = 50,5$  "

$\sigma = 111^{\circ} 2,9$   $\pi = 342^{\circ} 51,2$   $\varrho = 126,1$  "

$\sigma' = 103^{\circ} 36,4$   $\pi' = 335^{\circ} 42,0$   $\varrho' = 46,7$  "

$H = 68^m,17 \pm 180,5 \text{ s.}$   $H' = 23^m,75 \pm 22,6 \text{ s.}$

Die Dauer der Erscheinung wurde von uns beiden auf 1",5 höchstens auf 2" geschätzt. Man sieht aus beiden Rechnungen, wie ungünstig für die Ermittlung der Entfernungen, die Bewegung des Meteors gegen unsere Standlinie gerichtet war.

Eine nähere Betrachtung der Quantitäten  $f$  und  $f'$  so wie der Positionswinkel wird darthun, in wie weit Beobachtungen, die an zwei, nahe 10 Meilen von einander entfernten Orten angestellt wurden, die Bedingung der Gleichzeitigkeit erfüllen.

Es zeigt sich, dafs  $f$  vorkommt 1): zwisch. 0° u. 1° .... 14 Mal

	1	2	....	9	"
"	2	3	....	8	"
"	3	4	....	4	"
"	4	5	....	1	"
"	5	6	....	1	"
"	6	7	....	1	"

1) Vergleiche die Zusammenstellung der  $f$  nach den Rechnungen von Feldt in der Abhandlung von Bessel, Astr. Nachr. No. 380.

Da man die Höhen jedesmal aus 2 Dreiecken bestimmen kann, so müssen die  $H$  und  $H'$ ,  $H_1$  und  $H_1'$  um so besser zusammen stimmen, je kleiner  $f$  ist. Es kommen Beobachtungen vor, die durch solche Uebereinstimmung hinlänglich beweisen, welcher Genauigkeit diese Bestimmungen fähig sind, wenn sie mit gehöriger Umsicht und sehr genauer Bekanntschaft mit den Gestirnen angestellt werden. Ich werde darüber die folgenden Beispiele anführen <sup>1)</sup>).

$H$ und $H'$ aus $r, r', z, z'$ .			$H_1$ und $H_1'$ aus $\varrho, \varrho', z_1, z_1'$ .		
No. 2873	26 <sup>m</sup> ,25	4 <sup>m</sup> ,65	25 <sup>m</sup> ,88	4 <sup>m</sup> ,19	
3293.	17 ,24		17 ,28		
3343.	44 ,51	16 ,56	48 ,02	16 ,00	
3362.	24 ,08	18 ,48	24 ,17	18 ,80	
3421.	13 ,99	10 ,90	13 ,13	11 ,59	
3463.	30 ,94		30 ,32		
3555.	12 ,99	11 ,27	13 ,07	11 ,34	
3665.	12 ,97		12 ,78		
3684.	39 ,02	29 ,09	41 ,21	27 ,25	

Es ist auffallend, sowohl nach diesen Rechnungen als nach denen von Brandes, daß gerade oft die glänzendsten und großartigsten Erscheinungen in Höhen stattfinden, wo man die Atmosphäre der Erde als fast verschwindend ansehen muß, während Meteore von mattem Glanze, Sternen der vierten bis sechsten Größe ähnlich, sich auf ein bis zwei Meilen der Erdoberfläche nähern. Diefs werden spätere und zahlreichere Beobachtungen noch besser herausstellen, und daran erinnern können, daß möglicherweise die Atmosphäre es nicht sey, welche das Leuchten (Glühen) der Meteore bedingt, wie man vorwiegend oft und lange angenommen hat. Es wäre gewiß von Interesse, frühere be-

- 1) Unter diesen 18 Beispielen kommen drei Fälle vor, in denen  $H' > H$ , also die Endhöhe größer als die Anfangshöhe ist. Es genügt aber, Beobachtungsfehler von 1<sup>o</sup> und weniger anzunehmen, um das Steigen der Bahn in ein Sinken zu verwandeln. (Vergl. die Abhandlung von Bessel.)

bedeutende Erscheinungen, zumal solche, welche mit Detonationen begleitet waren, und Stein- oder Eisenmassen fallen ließen, jetzt noch einer scharfen Prüfung nach Bessel's Methode zu unterwerfen, so weit das etwaige Detail solcher Beobachtungen es zulassen sollte. Die Angaben über Höhen, Geschwindigkeiten und Größen der Meteore sind bekanntlich sehr oft höchst schwankend, und es ist wichtig, die ungefähren Gränzen kennen zu lernen, innerhalb welcher das Resultat unsicher seyn kann. So habe ich beiläufig das große Meteor von 27. Aug. 1847 berechnet, welches in Paris und Dieppe beobachtet wurde, und worüber Hr. Petit mehrfache Untersuchungen angestellt hat, bis er zuletzt eine Hyperbel fand. Er berechnete die Störungen der Erde, und glaubte nun gefunden zu haben, daß das Meteor aus der Region der Fixsterne in unser System gekommen sey. Wenn aber das in dem *Comp. Rend.* und in den *Astr. Nachr.* No. 701 mitgetheilte Detail der Beobachtungen wirklich richtig, und nicht vielleicht zufällig durch Schreib- und Druckfehler entstellt ist, so zeigt sich, daß die  $f$  und  $f'$  die enorme GröÙe von  $18^\circ$  und  $19^\circ$  erreichen. Man sieht darnach leicht, welcher Spielraum für die weiteren Schlüsse übrig bleiben muß.

Fast bei jeder Beobachtung habe ich mich bemüht, so genau wie möglich die Zeitdauer der Erscheinung (gewöhnlich nach Drittel-Sekunden) zu bestimmen. Jeder, der hiermit sich beschäftigt hat, wird die ungemeine Schwierigkeit solcher Schätzungen kennen. Wenn man den Einfluß der Aenderungen von  $r$  und  $r'$ , welche durch einen Beobachtungsfehler  $\varepsilon$  entstehen können, d. h. den Einfluß von  $dr$  und  $dr'$  auf die Bahnlänge untersucht, so wird man in den meisten Fällen sich überzeugen, wie unsicher, ganz abgesehen von dem Fehler in der Schätzung der Zeitdauer, die allerdings oft mehr als planetarischen Geschwindigkeiten sich herausstellen.

Es hat mir stets geschienen, daß außer den gemeinschaftlichen Untersuchungen, welche in Rücksicht auf die Entfernungen der Meteore an verschiedenen Orten ange-

stellt werden müssen, dem Einzelnen, der sich aus Liebhaberei mit astronomischen Arbeiten beschäftigt, noch Vieles zu beobachten übrig bleibe. Ich meine die besonderen Eigenthümlichkeiten der Meteore, die sich in der Farbe, in dem Glanze und dessen Modificationen, in der Schweifbildung, so wie in der oft anomalen Bewegung kund geben. Zerstreute Beobachtungen der Art sind hier und da vorhanden. Wenn man aber dahin strebt, ein großes Phänomen der Natur, so weit es erreichbar ist, in seinem ganzen Umfange zu erkennen, so kann es nicht genügend erscheinen, eine gelegentliche Notiz über Farben und Schweiferscheinungen als Stütze zu bedeutenden Schlusfolgerungen zu benutzen. Will man die Ursachen und nähere Bedingungen kennen, unter denen das Leuchten oder Verbrennen der Meteore vor sich geht, so scheint es nöthig, nicht ganz allein bei der Betrachtung heruntergefallener Stein- oder Eisenmassen stehen zu bleiben, oder nur die, in der Regel wenig sicheren Höhenangaben mit der gegenwärtig bekannten Ausdehnung der Atmosphäre zu vergleichen. Die Farben und Lichterscheinungen (Intensitäten), zusammengestellt mit den Entfernungen, die Schweifphänomene verglichen mit dem Glanze und der Farbe der Meteore, kurz, die möglichst vielseitige Combination so mannigfaltiger Eigenthümlichkeiten, wird in der Folge gewifs noch mehr Mittel darbieten können, das Problem von den Meteoriten in seiner ganzen kosmischen Bedeutsamkeit aufzufassen.

Was ich selbst im Laufe von fast 9 Jahren in ähnlicher Rücksicht beobachtete, habe ich im Laufe des letzten Winters zusammengestellt, um eine Einsicht in die etwaigen Ergebnisse zu erlangen, welche 3700 sorgfältig angestellte Beobachtungen zu versprechen schienen. Die Aussicht, in der Folge weniger Zeit und Gelegenheit für derartige Untersuchungen zu finden, machte es mir wünschenswerth, Einiges jetzt schon mitzutheilen. Was ausserdem sich über die Farben und Schweifphänomene, über Convergenzpunkte, Höhen und Geschwindigkeiten, über Verwendung der Meteorbeobachtungen zur Ermittlung von Meridiandifferenzen,

über *teleskopische* Sternschnuppen, die ich in grosser Anzahl bei anderen Beobachtungen gesehen habe, ect. herausgestellt hat, hoffe ich bekannt machen zu können, wenn sich mir für die völlige Durchführung meiner Arbeit von grösserem Umfange eine günstige Veranlassung darbieten sollte. —

### XIII. *Verbesserte Darstellungsweise der Fumarsäure; von W. Delffs.*

Das Verfahren, welches von den meisten chemischen Handbüchern vorgeschrieben wird, um die Fumarsäure aus dem Kraut der *Fumaria officinalis* darzustellen, rührt von Demarçay<sup>1)</sup> her, und stimmt bis auf einige Vereinfachungen mit dem ursprünglichen Verfahren von Winckler<sup>2)</sup>, der bekanntlich diese Säure zuerst aus der *Fumaria* gewonnen hat, überein. Beide Chemiker fällen nämlich den ausgepressten und geklärten Saft des Krautes (Winckler, nachdem er unnöthigerweise den mit der Fumarsäure verbundenen Kalk durch oxalsaures Kali entfernt hat), mit essigsaurem Bleioxyd, zerlegen den ausgewaschenen Niederschlag durch Schwefelwasserstoff, und beschaffen die Reinigung der abgeschiedenen Säure durch Thierkohle u. s. w.

Man sieht, daß dies Verfahren das gewöhnliche ist, dessen man sich zur Aufsuchung neuer Säuren zu bedienen pflegt. Die leichte Ausführbarkeit desselben beruht indessen auf den beiden Voraussetzungen, daß das Bleisalz der darzustellenden Säure *unlöslich*, und daß die Säure selbst *löslich* in Wasser sey. Vom practischen Gesichtspunkt aus betrachtet, erfüllt nun die Fumarsäure nur die erste dieser Bedingungen, denn da dieselbe reichlich 200

1) *Ann. de chim. et de phys.* LVI. 429.

2) *Buchner's Repert.* XXXIX. 374.

Theile kalten Wassers zu ihrer Lösung bedarf, würde man auf je eine Unze Fumarsäure im Bleisalz ungefähr 13 Pfund Wasser anzuwenden haben. Die beiden daraus erwachsenden Uebelstände: Benutzung sehr voluminöser Gefäße und ein langwieriges Abdampfungsgeschäft, haben gewifs manchem Chemiker die Darstellung dieser durch ihre chemischen Verhältnisse ausgezeichneten Säure verleidet. Auch lassen sich diese Uebelstände durch Anwendung von heissem Wasser nicht beseitigen, ohne neue Unbequemlichkeiten herbeizuführen. Zwar ist die Fumarsäure in *siedendem* Wasser ziemlich leicht löslich, und es liefse sich durch Anwendung desselben die obige Wassermenge bedeutend verringern; allein abgesehen davon, dafs alsdann die Zerlegung des Bleisalzes durch Schwefelwasserstoff, welche man sonst unter freiem Himmel sich selbst überlassen kann, die Aufmerksamkeit des Laboranten während der ganzen Dauer des Versuchs in Anspruch nimmt, — läfst sich diese Operation wegen des starken Aufstossens der Flüssigkeit nur dann ausführen, wenn man die letztere fortwährend umrührt. Ueberdies habe ich mich überzeugt, dafs es sehr schwer hält, das fumarsaure Bleioxyd durch Schwefelwasserstoff so vollständig zu zersetzen, dafs man keinen erheblichen Verlust erleidet.

Es ist daher viel zweckmäßiger, die Anwendung des Schwefelwasserstoffs zur Zersetzung des fumarsauren Bleioxydes ganz zu umgehen, und anstatt dessen die nachfolgende Methode zu benutzen, wobei nicht allein die angeführten Schwierigkeiten wegfallen, sondern auch der Vortheil erreicht wird, dafs die Säure gleich bei der ersten Abscheidung reiner, als nach anderen Darstellungsweisen, ausfällt. Es beruht diese Methode auf dem Umstand, dafs die Fumarsäure von concentrirter Salpetersäure, selbst in der Hitze, nicht angegriffen wird.

Man verfährt im Anfang, wie Winkler und Demargay vorschreiben. Das frische Kraut wird unter Zusatz von etwas Wasser zerstoßen und ausgepresst. Die trübe, grüngefärbte Flüssigkeit wird bis zum Sieden erhitzt, wo-



bei sich ein Gerinnsel von Eiweiß und Chlorophyll abscheidet. Nach Entfernung desselben zeigt die Flüssigkeit eine hellere, mehr in's Gelbliche spielende Färbung, welche nicht weiter durch Thierkohle, wie Demaregay vorschreibt, beseitigt zu werden braucht. Dagegen ist es nicht unzweckmässig, die Flüssigkeit ein paar Stunden der Ruhe zu überlassen, wobei sich ein gelblicher Bodensatz abscheidet, von welchem der größte Theil der Flüssigkeit durch Abgießen, der Rest durch das Filtrum getrennt werden kann. Man schreitet alsdann zur Fällung mit essigsaurem Bleioxyd. (Um diese Operation in kürzester Zeit vollständig und zugleich unter Vermeidung eines allzu großen Ueberschusses des Fällungsmittels auszuführen, ist es hier, wie in ähnlichen Fällen, zweckmässig, die zu fällende Flüssigkeit in zwei oder mehrere Cylinder zu vertheilen und die Lösung des essigsauren Bleioxyds (oder sonstigen Fällungsmittels) aus einem mit Filter versehenen und an einem Stativ befestigten Trichter nahe am Rande des Cylinders in die Flüssigkeit tropfen zu lassen. Man wird dadurch in den Stand gesetzt, die Bildung des Niederschlags weit länger mit dem Auge zu verfolgen, als wenn das Fällungsmittel mit einmal in größerer Menge hinzugesetzt wird, wobei sich in der Regel die ganze Flüssigkeit trübt, und alsdann so lange mit dem neuen Zusatz gewartet werden muß, bis sich die Flüssigkeit wieder geklärt hat. Haben die sich bildenden Niederschläge keine allzu voluminöse Beschaffenheit, so läßt sich die Fällung gewöhnlich ohne Unterbrechung beenden; im entgegengesetzten Fall hat der erste Cylinder Zeit sich zu klären, während man den zweiten in Arbeit nimmt u. s. w.) Das entstandene fumarsaure Bleioxyd ist gelblichgrün gefärbt und anfangs ziemlich voluminös, sinkt aber später etwas zusammen. Man thut daher gut, diesen Zeitpunkt abzuwarten, ehe man sich an's Auswaschen macht. Letzteres kann abgebrochen werden, wenn die ablaufende Flüssigkeit nur noch wenig gefärbt ist. Nachdem das auf Fließpapier ausgebreitete fumarsaure Bleioxyd lufttrocken geworden ist, wird es zerrieben und in einer geräumigen Schale in klei-

nen Antheilen mit concentrirter Salpetersäure <sup>1)</sup> übergossen, bis das mit dem Spatel durchgearbeitete Gemenge in einem dicken hellstrohgelben Brei verwandelt ist. Es findet hierbei eine ziemlich starke Erhitzung statt, und das Volumen des Gemenges schwillt ungefähr auf den doppelten Raum, welchen es nach dem Erkalten einnimmt, an; gleichwohl entbinden sich wenig salpetersaure Dämpfe. Nach Verlauf von 24 Stunden rührt man das Gemenge von salpetersaurem Bleioxyd und freier Fumarsäure mit so viel Wasser an, als erforderlich ist, um die überschüssige Salpetersäure abfiltriren zu können, wäscht einigemal mit Wasser aus, läßt gut abtropfen, und zieht die Fumarsäure mit kochendem Weingeist von gewöhnlicher Stärke, worin sie sich am besten löst, aus. Der Rückstand von der weingeistigen Lösung, welchem etwas salpetersaures Bleioxyd beigemengt ist, wird in Ammoniak gelöst. Letzteres nimmt neben der Fumarsäure immer Spuren von Bleioxyd, und, wenn man sich des gewöhnlichen, im Handel vorkommenden Bleizuckers zur Fällung bedient hatte, auch immer etwas Kupferoxyd auf, welche, nachdem das überschüssige Ammoniak durch Erhitzen verjagt ist, durch Schwefelwasserstoff entfernt werden. Die gefällten Schwefelmetalle tragen auffallend zur Entfärbung der Flüssigkeit bei, so daß das Filtrat beim freiwilligen Verdunsten gewöhnlich schon ziemlich farblose Krystalle von doppeltfumarsaurem Ammoniak absetzt. Nur in dem Fall, daß die Krystalle stärker gefärbt erscheinen, ist es erforderlich, dieselben durch Auspressen zwischen Fließpapier und Umkrystallisiren zu reinigen; gewöhnlich reicht es hin, die wenig gefärbten Krystalle in heißem Wasser zu lösen, und einen geringen Ueberschuß von Salpetersäure hinzuzufügen, um den Rest der färbenden Materie zu zerstören, und beim Erkalten der Flüssigkeit farblose Krystalle von Fumarsäure zu erhalten. Die vollständige Abscheidung der Fumarsäure erfordert indessen

1) Ich bediente mich anfangs einer Säure von 1,45 spec. Gew., fand aber später, daß man mit einer Säure von gewöhnlicher Stärke ebenso gut seinen Zweck erreicht.

längere Zeit, als man bei der Schwerlöslichkeit derselben erwarten sollte, und erfordert einen Zeitraum von mehreren Tagen.

Ungeachtet die mittgetheilte Darstellungsweise der Fumarsäure in der Beschreibung weitläufiger, als die im Eingang berührte, aussieht, indem sie eine grössere Anzahl von Operationen einschließt: so führt dieselbe doch weit rascher und bequemer zum Ziele, und gewährt, was besonders hervorzuheben ist, eine reichliche Ausbeute. In dieser letzteren Beziehung läßt sie auch eine später von Winckler bekannt gemachte Methode<sup>1)</sup> weit hinter sich zurück. Winkler erhielt nämlich aus 100 Pfund frischem Kraut gegen  $2\frac{1}{2}$  Unzen reiner Fumarsäure. Ich habe dagegen höchstens 20 Pfund Kraut in Arbeit genommen, ungefähr die Hälfte des gewonnenen fumarsauren Bleioxyds bei vorläufigen Versuchen verloren, und gleichwohl über 5 Drachmen reiner Fumarsäure gewonnen. Die Ausbeute nach meinem Verfahren ist also ungefähr  $2\frac{1}{2}$  mal grösser. Ohne Zweifel erklärt sich die geringere Ausbeute Winckler's zum Theil aus dem Umstand, daß derselbe Thierkohle zur Entfärbung der Säure anwandte, ein Verfahren, das man, wegen der dabei stattfindenden Verluste, in neuerer Zeit so viel wie möglich zu umgehen sucht.

Schliesslich mögen hier noch ein paar Bemerkungen über die Krystallform des doppeltfumarsauren Ammoniaks Raum finden. Ich hegte anfangs die Hoffnung, die geringe Anzahl genauer Angaben über die Krystallform organischer Verbindungen um eine vermehren zu können, weil ich bei der ersten Darstellung des noch unreinen Ammoniaksalzes sehr deutlich ausgebildete Krystalle erhielt. Leider zeigte sich beim Messen mit dem Reflexions-Goniometer, daß die Flächen trotz ihres Glanzes nicht eben genug waren, um eine genaue Bestimmung der Winkel zuzulassen. Beim Umkrystallisiren trat der auch schon in anderen Fällen beobachtete Umstand ein, daß die Deutlichkeit der Form mit dem Grad der Reinheit der Substanz abnahm. Gleich-

1) Buchner's *Repert.* LXVIII, 39.

wohl geht Folgendes mit Sicherheit aus meinen Beobachtungen hervor. Die Krystalle des doppeltfumarsauren Ammoniaks gehören zum zwei- und eingliedrigen oder klinorhombischen System; sie bestehen aus vierseitigen Prismen mit Winkeln von ungefähr 70 und 110°, und schief aufgesetzten Endflächen, welche mit den scharfen Seitenkanten Winkel von ungefähr 60 und 120° bilden. Die Krystalle sind sehr deutlich diesen Endflächen parallel spaltbar. Bei einigen Krystallen waren die Endflächen durch zwei, auf die stumpfen Seitenkanten aufgesetzte und in der Macrodiagonale zusammenstossende, Flächen verdrängt. In trockner Luft werden die Krystalle matt; in verschlossenen Gefäßen lassen sie sich unverändert aufbewahren.

#### XIV. *Leichte Darstellung des Helenin's; von W. Delffs.*

Wenn man die frische, in Scheiben zerschnittene Wurzel von *Inula Helenium* mit Weingeist von 80 Proc. auskocht und die heissfiltrirte Lösung mit ihrem drei bis vierfachen Volumen kalten Wassers vermischt, so entsteht eine schwache Trübung, und nach 24 Stunden finden sich in der Flüssigkeit blendend weisse, mehrere Zoll lange Nadeln von reinem Helenin. Die Mutterlauge hält so wenig Helenin zurück, daß es kaum der Mühe werth ist, dieselbe abzdampfen. Der Versuch gelang auch mit der getrockneten Wurzel, welche ein halbes Jahr lang aufbewahrt worden war; jedoch schien mir die Ausbeute etwas geringer. Die zu diesen Versuchen benutzte Wurzel war gegen Ende Octobers gesammelt worden.

**XV. Analyse verschiedener Kohleneisensteine aus  
der Steinkohlenablagerung an der Ruhr;  
von Dr. C. Schnabel,**

Director der Realschule in Siegen.

Vor etwa 18 Jahren wurde auf der Steinkohlengrube „Friederika“ in der Nähe der Stadt Bochum ein bisher dort unbekanntes Fossil, angeblich von schwarzer, an einzelnen Stellen brauner, ins Rothe übergehender Farbe entdeckt. Die Lagerstätte desselben befand sich zwischen Kohlsandstein und Schieferthon; sie bildete ein beiläufig 2 Fufs mächtiges Flötz, ebenso regelmäfsig als die Steinkohlenflötze und diesen völlig parallel. Als dieselbe später noch mehrmals durchfahren wurde, veranlafste die Bergbehörde eine vorläufige Untersuchung des Minerals, welche einen nicht unerheblichen Eisengehalt nachwies.

Obgleich nicht sehr weit von dieser Steinkohlenzeche auf einer Nachbargrube derselbe Eisenstein nochmals und in nicht unbedeutender Ausdehnung bekannt geworden war, so stand doch das Vorkommen desselben im Steinkohlengebirge an der Ruhr seither immer noch isolirt und erregte wenig Aufmerksamkeit, bis im Anfang d. J. auf der Kohlenzeche „Schürbank und Charlottenburg“, 6 Stunden von Bochum entfernt, ein Flötz von 24" Mächtigkeit aufgefunden wurde, welches dem äufseren Ansehen nach dasselbe Mineral enthielt. Auf den Wunsch des Hrn. Bergmeisters Herold in Bochum unternahm ich nun von vier der als Eisenstein angesprochenen Fossilien eine vollständige chemische Analyse, deren Resultate ich nachstehend mit dem Bemerken zu veröffentlichen mir erlaube, dafs ausführliche Mittheilungen darüber in der „Zeitschrift des naturhistor. Vereins für Rheinland und Westphalen“ vorkommen sollen. Die in diesen Annalen Jahrg. 1849 Bd. 76, S. 113—119

mitgetheilte Analyse<sup>1)</sup> von L. Ch. Hefs betrifft ohne Zweifel ein ähnliches Vorkommniß.

Bei der *quantitativen* Untersuchung zeigten die verschiedenen Kohleneisensteine folgendes Verhalten:

Sie bilden eine schwache, dickschieferige, ziemlich schwer pulverisirbare Masse; einige Stücke zeigen Schwefelkies in Krystallen oder in dünnen Schichten ausgesondert. Bruch uneben. Glanz fehlt oder matt. Der Strich ist glänzend, das Strichpulver dunkelbraun oder fast schwarz. Die Härte steht bei den eisenreicheren Varietäten zwischen 3 und 4, bei den ärmeren zwischen 1 und 2. Das specifische Gewicht variirt zwischen 2,9 und 2,2.

Das Pulver entwickelt beim Erhitzen in der an einer Seite geschlossenen Röhre einen schwachen, an das Oelgas erinnernden, Geruch und setzt Wassertropfen ab, ohne daß sich die Farbe desselben verändert; es geräth dabei, wie Gyps während des Brennens, in eine wallende Bewegung. Beim Glühen unter Luftzutritt wird dasselbe rothbraun oder, bei den Manganreicheren Varietäten, violett, und löst sich dann durch Behandlung mit Chlorwasserstoffsäure bis auf einen weissen Kieselrückstand. Wird das ungeglühte Pulver mit kalter Chlorwasserstoffsäure übergossen, so tritt eine langsame Entwicklung von Kohlensäure ein, welche erst nach einigen Tagen aufhört, durch Wärme aber sehr beschleunigt wird; der ungelöste schwarze Rückstand hinterläßt, beim Erhitzen auf Platinblech, nach dem Wegbrennen der Kohle einen weissen erdigen Rückstand, der aus einem Silikat von Thonerde, Kalk, Magnesia und Eisenoxyd besteht. In der dunkelgelben salzsauren Auf-

1) Dieselbe ist mit folgendem Fehler behaftet: Auf Seite 116 wird der Glühverlust bei offenem Tiegel als Kohle berechnet, aber der zur Verwandlung des Eisenoxyduls in Oxyd nöthige Sauerstoff ist nicht in Rechnung genommen. Die von Hefs gefundenen 43,39 Proc. FeO verlangen noch 4,82 Proc. O um in  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  überzugehen; daher muß die Kohle um dieses Gewicht vermehrt werden und beträgt demnach  $21,27 + 4,82 = 26,09$ . Hierdurch wächst aber der Procentgehalt des Minerals auf 104,03 mit einem Ueberschuß von 4,03 Proc., über den es an Auskunft fehlt.

lösung befinden sich: Eisen als Oxydul und Oxyd, sowie geringe Mengen von Mangan, Thonerde, Kalk, Magnesia und Schwefelsäure. Wasser zieht aus dem Erze Spuren von Schwefelsäure (und Chlor), an Kalk gebunden, aus. Phosphorsäure und Alkalien ließen sich nicht nachweisen.

Die quantitative Untersuchung lieferte folgende Resultate:

**A. Kohleneisensteine von der Grube „Friederika“, Muthung Schrötter.**

**Erste Sorte. Spec. Gew. 2,81; Härte zwischen 3 und 4.**

Eisenoxydul . . . . .	48,24
Eisenoxyd . . . . .	1,30
Manganoxydul . . . . .	0,13
Kalk . . . . .	0,59
Magnesia . . . . .	1,20
Thonerde . . . . .	0,77
Wasser . . . . .	0,92
Kohlensäure . . . . .	31,32
Schwefelsäure . . . . .	0,03
Kohle . . . . .	14,61
Kieselrückstand . . . . .	0,93
	<hr/> 100,04.

**Oder: die Basen an die Säuren vertheilt:**

Kohlensaures Eisenoxydul . . . . .	77,72
Eisenoxyd . . . . .	1,30
Kohlensaures Manganoxydul . . . . .	0,21
„ Kalk . . . . .	1,02
„ Magnesia . . . . .	2,51
Schwefelsaurer Kalk . . . . .	0,05
Thonerde . . . . .	0,77
Wasser . . . . .	0,92
Kohle . . . . .	14,61
Kieselrückstand . . . . .	0,93
	<hr/> 100,04.



**Zweite Sorte.** Spec. Gew. 2,197. Härte zwischen 1 und 2. Strichpulver schwarzbraun, nach dem Verbrennen der Kohle von einer dem Pariserroth ähnlichen Farbe.

Eisenoxydul . . . . .	29,32
Eisenoxyd . . . . .	7,46
Magnesia . . . . .	2,10
Kohlensäure . . . . .	20,22
Wasser . . . . .	4,14
Kohle . . . . .	35,34
Kieselrückstand . . . . .	0,81
Thonerde, Manganoxydul, Kalk u. Schwefelsäure . . . . .	Spuren
	<u>99,39.</u>

**Oder:**

Kohlensaures Eisenoxydul . . . . .	47,24
Eisenoxyd . . . . .	7,46
Kohlensaures Magnesia . . . . .	4,40
Wasser . . . . .	4,14
Kohle . . . . .	35,34
Kieselrückstand . . . . .	0,81
$\text{Al}_2\text{O}_3$ , $\text{MnO}$ , $\text{CoO}$ und $\text{SO}_3$ . . . . .	Spuren
	<u>99,39.</u>

**B. Kohleneisensteine von der Grube „Schürbank und Charlottenburg“.**

**Erste Sorte.** Spec. Gew. 2,94. Härte zwischen 3 und 4. Das schwarze Pulver brennt sich an der Luft schwärzlich violett und wird dann theilweise dem Magnete folgsam.

Eisenoxydul . . . . .	43,41
Eisenoxyd . . . . .	7,77
Manganoxydul . . . . .	0,68
Magnesia . . . . .	1,75
Kohlensäure . . . . .	28,80
Wasser . . . . .	3,01
Kohle . . . . .	11,71
Kieselrückstand . . . . .	2,71
Thonerde, Kalk und Schwefelsäure . . . . .	Spuren
	<u>99,69.</u>

Oder:

	Kohlensaures Eisenoxydul . . .	69,29
	Eisenoxyd . . .	7,77
	Kohlensaures Manganoxydul . . .	0,78
	Kohlensaure Magnesia . . .	3,67
	Wasser . . .	3,01
	Kohle . . .	11,76
	Kieselerde . . .	1,92
An $\text{SiO}_3$ gebunden.	Thonerde + Eisenoxyd . . .	0,52
	Magnesia . . .	0,13
	Kalk . . .	0,14
	$\text{Al}^2\text{O}_3$ , $\text{CaO}$ , $\text{SO}_3$ . . .	Spuren
		<u>99,69.</u>

Zweite Sorte. Specifisches Gewicht 2,33. Härte zwischen 1 und 2.

In Salz- säure lös- licher Theil = 48,94.	Eisenoxydul . . .	21,91
	Eisenoxyd . . .	5,93
	Kalk . . .	0,49
	Magnesia . . .	0,75
	Wasser . . .	5,09
	Kohlensäure . . .	14,39
In Salz- säure unlöslicher Theil = 50,96.	Schwefelsäure . . .	0,38
	Mangan und Thonerde . . .	Spuren
	Eisenoxyd . . .	1,16
	Kalk . . .	0,48
	Magnesia . . .	0,34
	Thonerde . . .	8,67
	Kieselerde . . .	20,23
	Kohle . . .	20,07
		<u>99,89.</u>

Oder:

	Kohlensaures Eisenoxydul . . .	35,30
	Eisenoxyd . . .	5,93
	Kohlensaurer Kalk . . .	0,41
	„ Magnesia . . .	1,57
	Schwefelsaurer Kalk . . .	0,64
	Wasser . . .	5,09
	Kohle . . .	20,07
	Kieselerde . . .	20,23
An $\text{SiO}_3$ gebunden.	Eisenoxyd . . .	1,16
	Kalk . . .	0,68
	Thonerde . . .	8,67
	Magnesia . . .	0,35
		<u>99,89.</u>

## Nachschrift.

Später hatte ich Gelegenheit, noch einige dieser mit Kohle aufs Innigste gemengten Eisensteine auf ihren Eisengehalt zu prüfen; in je zwei Sorten von der Grube „Isabelle“ bei Bochum fand sich ein Gehalt von 25,52 und 27,68 Proc. Eisen bei einem Kieselrückstand von resp. 7,53 und 7,64. Dagegen sank der Eisengehalt der Kohleneisensteine von der Grube „General“ bei Dahlhausen an der Ruhr auf 9,56 und 10,54 Proc., unter gleichzeitiger Zunahme der erdigen Theile auf resp. 37,96 und 64,14 Proc.

Siegen, den 1. Juli 1850.

**XVI. Ueber das Binocularsehen prismatischer Farben und eine neue stereoskopische Methode;  
von H. W. Dove.**

(Aus d. Monatsberichten d. Akad. Mai 1850).

Im Jahrgang 1841 der Berichte Seite 251 sind von mir Versuche veröffentlicht worden, aus denen hervorgeht, dafs, wenn im Stereoskop Farben betrachtet werden, welche bei gleicher Intensität genau complementar sind, diese Farbeindrücke einander ebenso zu weifs neutralisiren, als wenn beide auf der Netzhaut eines und desselben Auges erregt werden. Diese Versuche sind neuerdings von Hrn. Regnault mit gleichem Erfolge wiederholt worden. Wendet man hingegen statt der Polarisationsfarben Pigmente oder die Absorptionsfarben durchsichtiger Gläser an, so wird man sich leicht nur des Farbeindrucks des einen Auges bewußt, besonders wenn die Intensität der gleichzeitig mit dem rechten und der mit dem linken Auge gesehenen Farbe verschieden ist. Nun ist aber bekannt, dafs, wenn einem Auge zwei Farben gleichzeitig dargeboten werden, ihre Mi-

schungsfarbe gesehen wird, wie verschieden auch die Intensität der Componenten seyn mag. Es würde daraus folgen, dafs, wenn zwei Wellensysteme gleichzeitig Eine Netzhaut erschüttern, wir uns des daraus resultirenden Systems stets bewußt werden; afficiren hingegen zwei Systeme gesondert beide Netzhäute, dieß nur stattfindet, wenn die Elongation der Schwingungen beider nahe gleich oder nicht zu verschiedenen ist. Im ersten Falle kann man daher nicht das resultirende System in seine Componenten zerlegen, indem man eine der Componenten absichtlich übersieht. Im letzteren Falle ist dieß möglich, weil beide Systeme sich factisch nicht zu einem resultirenden combiniren.

Es giebt einfache stereoskopische Zeichnungen, z. B. eine gerade abgekürzte oder vollständige Pyramide, ein gerader abgekürzter oder vollständiger Kegel, von denen die für das linke Auge eine bloße einfache Umkehrung der für das rechte Auge ist, d. h. solche, welche, wenn sie für rechts und links sich unterscheiden, für oben und unten identisch bleiben oder umgekehrt. Dieß führte darauf, dafs man auch ein stereoskopisches Relief mit einer einzigen dieser Zeichnungen erhalten könne, wenn man diese nämlich so betrachtet, dafs man vor das eine Auge ein Fernrohr hält, welches wie das galiläische oder terrestrische sie aufrecht zeigt, vor das andere eins, welches, wie das astronomische, sie umkehrt, vorausgesetzt, dafs die Vergrößerung beider Fernröhre dieselbe ist. Der Versuch bestätigt dieß, woraus hervorgeht, dafs zwei Bilder gleicher Intensität sich auf diese Weise ebenso combiniren, wie im Wheatstone'schen Stereoskop. Diese Methode läßt sich daher auch auf Farben anwenden.

Wirft man die durch Doppelbrechung entstandenen Spectra eines gleichseitigen Bergkrystallprisma, dessen Kanten der Axe parallel sind, auf eine weiße Wand, so sieht man da wo das violette Ende des einen Spectrums über das rothe des andern greift, eine sehr schöne Purpurfarbe entstehen, welche sich in ihre Componenten zerlegen läßt, wenn man die unmittelbar mit dem Auge aufgefangenen Spec-

tra durch ein Nicol'sches Prisma analysirt, bei dessen Drehung einmal das Violett, dann das Roth als senkrecht auf einander polarisirt verschwinden. Wirft man hingegen das Spectrum eines gleichseitigen Flintglasprisma auf die Wand, und betrachtet dasselbe so durch die beiden Fernröhre, daß die Bilder in umgekehrter Weise einander decken, so verschwindet das Violett in der Weise gegen das Roth, daß man sich des Eindrucks des letztern allein bewußt wird, wenn man mit beiden Augen gleich scharf sieht. Der Uebergang des Feuerroth durch Purpur in Violett erscheint erst, wenn man die Sehkraft des einen Auges absichtlich schärft, so daß von den einander deckenden Bildern das eine zuletzt ganz verschwindet. Auf diese Weise scheinen sich die verschiedenen Ergebnisse zu erläutern, welche in den Angaben der Versuche verschiedener Beobachter sich finden, welche ihren Augen gesonderte Farbeindrücke darboten.

Vertauscht man die vor das rechte und linke Auge gehaltenen Fernröhre mit einander, so erhält man dieselbe Umkehrung der Erscheinung, als im Wheatstone'schen Stereoskop durch Vertauschung der beiden Zeichnungen unter einander. Der vorher erhabene gesehene Gegenstand erscheint nun vertieft.